

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年 2月14日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-035035

出 願 人  
Applicant(s):

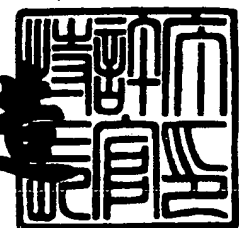
パイオニア株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2000年 8月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3065129

【書類名】 特許願

【整理番号】 54P0444

【提出日】 平成12年 2月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04R 5/04  
G10K 15/00  
H03G 3/02  
H04R 3/12  
H04S 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社  
会社総合研究所内

【氏名】 太田 佳樹

【特許出願人】

【識別番号】 000005016

【氏名又は名称】 パイオニア株式会社

【代理人】

【識別番号】 100063565

【弁理士】

【氏名又は名称】 小橋 信淳

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011659

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 オーディオシステムにおける音場補正方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1及び第2の再生周波数帯域を有する第1の放音手段と、前記第2の再生周波数帯域を有する第2の放音手段にそれぞれオーディオ信号を供給して再生させるオーディオシステムにおける音場補正方法であって、

前記第1の放音手段にノイズを供給し、前記第1の放音手段で再生される前記第1の再生周波数帯域の再生音と前記第2の再生周波数帯域の再生音を検出する第1の工程と、

前記第2の放音手段にノイズを供給し、前記第2の再生周波数帯域の再生音を検出する第2の工程と、

前記第1の工程で検出した前記第1の放音手段による再生音の前記第2の再生周波数帯域におけるスペクトル平均レベルと第2の工程で検出した前記第2の放音手段による再生音の前記第2の再生周波数帯域におけるスペクトル平均レベルとの和と、前記第1の工程で検出した前記第1の再生周波数帯域の再生音のスペクトル平均レベルとを所定のターゲット特性の比に等しくするように前記第1、第2の放音手段に供給するオーディオ信号のレベルを調整する第3の工程とを具備することを特徴とするオーディオシステムにおける音場補正方法。

【請求項2】 第1及び第2の再生周波数帯域を有する第1の放音手段と、前記第2の再生周波数帯域を有する第2の放音手段にそれぞれオーディオ信号を供給して再生させるオーディオシステムにおける音場補正方法であって、

前記第1の放音手段にノイズを供給し、前記第1の放音手段で再生される前記第1の再生周波数帯域の再生音と前記第2の再生周波数帯域の再生音を検出する第1の工程と、

前記第1の工程で検出した前記第1の放音手段による再生音の前記第2の再生周波数帯域におけるスペクトル平均レベルと第2の工程で検出した前記第2の放音手段による再生音の前記第2の再生周波数帯域におけるスペクトル平均レベルとの和と、前記第1の工程で検出した前記第1の再生周波数帯域の再生音のスペクトル平均レベルとの比が予め決められた値となるように前記第1、第2の放音

手段に供給するオーディオ信号のレベルを調整する第3の工程とを具備することを特徴とするオーディオシステムにおける音場補正方法。

【請求項3】 前記第1の再生周波数帯域は、オーディオ周波数帯域に略等しく、前記第2の周波数帯域は低周波数帯域に略等しいことを特徴とする請求項1又は2に記載のオーディオシステムにおける音場補正方法。

【請求項4】 前記第1の再生周波数帯域は、オーディオ周波数帯域に略等しく、前記第2の周波数帯域は高周波数帯域に略等しいことを特徴とする請求項1に記載のオーディオシステムにおける音場補正方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、オーディオシステムにおいて音場特性を補正する音場補正方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

オーディオシステムでは臨場感の得られる音場空間を作り出すことが要求されており、従来、実開平6-13292号公報に開示されたオーディオシステムの音場補正方法が知られている。

【0003】

この従来のオーディオシステムは、複数チャンネルのスピーカを備える所謂マルチチャンネルオーディオシステムであり、各チャンネルには、入力されるオーディオ信号の周波数特性を調節するためのイコライザと、イコライザから出力されるオーディオ信号を遅延する遅延回路が備えられ、各チャンネルの遅延回路の出力が複数チャンネルの各スピーカに供給される構成となっている。

【0004】

また、音場特性を補正するために、ピンクノイズ発生器と、インパルス発生器と、セクタ回路と、スピーカで再生される再生音を測定するためのマイクロホンと、周波数分析手段及び遅延時間算出手段が備えられている。そして、ピンクノイズ発生器で生成されるピンクノイズをセクタ回路を介して各チャンネルの

イコライザに供給し、また、インパルス発生器で生成されるインパルス信号をセレクタ回路を通じて各チャンネルのスピーカに直接供給するように構成されている。

#### 【0005】

音場空間の位相特性を補正する際には、上記インパルス発生器から各スピーカにインパルス信号を直接供給すると共に、各スピーカで再生されるインパルス音をマイクロホンで測定し、その測定信号を遅延時間算出手段が分析することで、各スピーカから受聴位置までの各インパルス音の伝搬遅延時間を計測している。

#### 【0006】

つまり、インパルス信号を各スピーカに直接供給し、各インパルス信号がスピーカに供給された時点から、各スピーカで再生される各インパルス音がマイクロホンに到達する時点までの時間差を遅延時間算出手段によって求めることで、各インパルス音の伝搬遅延時間を計測している。そして、計測した伝搬遅延時間に基づいて各チャンネルの遅延回路の遅延時間を調節することにより、音場空間の位相特性を補正することとしている。

#### 【0007】

また、音場空間の周波数特性を補正する際には、ピンクノイズ発生器から各チャンネルのイコライザにピンクノイズを供給すると共に、各スピーカで再生される各ピンクノイズ再生音をマイクロホンで測定し、測定信号の周波数特性を周波数分析手段で分析するようになっている。そして、この分析結果に基づいて各チャンネルのイコライザの周波数特性をフィードバック制御することにより、音場空間の周波数特性を補正することとしている。

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来のオーディオシステムの音場補正方法では、複数のスピーカで再生されるそれぞれの再生音のレベル（音圧）をチャンネル間で調整していないため、例えばサブウーハ等の低域専用のスピーカと、オーディオ周波数帯域全体にわたって再生可能な全帯域型のスピーカとを備えるマルチチャンネルオーディオシステムの音場補正を行った場合に、低域専用のスピーカと全帯域型のスピーカ

で再生される再生音のレベルが低域で強くなる等の現象を生じることとなる。このため忠実なオーディオ再生が行われなくなり、受聴者に対して不快感を与える等の問題があった。

【0009】

本発明は上記従来技術の課題を克服すると共に、より高品位の音場空間を実現する音場補正方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明の音場補正方法は、第1及び第2の再生周波数帯域を有する第1の放音手段と、上記第2の再生周波数帯域を有する第2の放音手段にそれぞれオーディオ信号を供給して再生させるオーディオシステムにおける音場補正方法であって、上記第1の放音手段にノイズを供給し、上記第1の放音手段で再生される上記第1の再生周波数帯域の再生音と上記第2の再生周波数帯域の再生音を検出する第1の工程と、上記第2の放音手段にノイズを供給し、上記第2の再生周波数帯域の再生音を検出する第2の工程と、上記第1の工程で検出した上記第1の放音手段による再生音の上記第2の再生周波数帯域におけるスペクトル平均レベルと第2の工程で検出した上記第2の放音手段による再生音の上記第2の再生周波数帯域におけるスペクトル平均レベルとの和と、上記第1の工程で検出した上記第1の再生周波数帯域の再生音のスペクトル平均レベルとを所定のターゲット特性の比に等しくするように上記第1、第2の放音手段に供給するオーディオ信号のレベルを調整する第3の工程とを具備する。

【0011】

また、本発明の音場補正方法は、第1及び第2の再生周波数帯域を有する第1の放音手段と、上記第2の再生周波数帯域を有する第2の放音手段にそれぞれオーディオ信号を供給して再生させるオーディオシステムにおける音場補正方法であって、上記第1の放音手段にノイズを供給し、上記第1の放音手段で再生される上記第1の再生周波数帯域の再生音と上記第2の再生周波数帯域の再生音を検出する第1の工程と、上記第1の工程で検出した上記第1の放音手段による再生音の上記第2の再生周波数帯域におけるスペクトル平均レベルと第2の工程で検

出した上記第2の放音手段による再生音の上記第2の再生周波数帯域におけるスペクトル平均レベルとの和と、上記第1の工程で検出した上記第1の再生周波数帯域の再生音のスペクトル平均レベルとの比が予め決められた値となるように上記第1、第2の放音手段に供給するオーディオ信号のレベルを調整する第3の工程とを具備する。

## 【0012】

かかる音場補正方法によると、第1の放音手段と第2の放音手段によって再生される再生音のレベルをオーディオ周波数帯域全体にわたってフラットにすることが可能となる。これにより、第1の放音手段の第1の再生周波数帯域と第2の放音手段の第2の再生周波数帯域とが重なる周波数帯域の再生音のレベルが大きくなったり小さくなる等の受聴者にとって不快感等を与える問題を解消し、高品位で臨場感のある音場空間を実現する。

## 【0013】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の自動音場補正システムの実施の形態を図面を参照して説明する。図1は、本実施形態の自動音場補正システムを備えたオーディオシステムの構成を示すブロック図、図2ないし図4は、本自動音場補正システムの構成を示すブロック図である。

## 【0014】

図1において、本オーディオシステムには、CD (Compact disk) プレーヤやDVD (Digital Video Disk又はDigital Versatile Disk) プレーヤ等の音源1から複数チャンネルの信号伝送路を通じてデジタルオーディオ信号SFL, SFR, SC, SRL, SRR, SWFが供給される信号処理回路2と、ノイズ発生器3が設けられている。

## 【0015】

更に、信号処理回路2によりチャンネル毎に信号処理されたデジタル出力DFL, DFR, DC, DRL, DRR, DWFをアナログ信号に変換するD/A変換器4FL, 4FR, 4C, 4RL, 4RR, 4WFと、これらのD/A変換器から出力される各アナログオーディオ信号を増幅する増幅器5FL, 5FR, 5C, 5RL, 5RR, 5WFが備

えられている。これらの増幅器で増幅した各アナログオーディオ信号 S PFL, S PFR, S PC, S PRL, S PRR, S PWF を、図 7 に示すようなりスニングルーム 7 等に配置された複数チャンネルのスピーカ 6 FL, 6 FR, 6 C, 6 RL, 6 RR, 6 WF に供給して鳴動させるようになっている。

#### 【 0 0 1 6 】

また、受聴位置 R V における再生音を集音するマイクロホン 8 と、マイクロホン 8 から出力される集音信号 S M を増幅する増幅器 9 と、増幅器 9 の出力をデジタルの集音データ D M に変換して信号処理回路 2 に供給する A / D 変換器 1 0 が備えられている。

#### 【 0 0 1 7 】

ここで、本オーディオシステムは、オーディオ周波数帯域のほぼ全域にわたって再生可能な周波数特性を有する全帯域型のスピーカ 6 FL, 6 FR, 6 C, 6 RL, 6 RR と所謂重低音だけを再生するための周波数特性を有する低域再生専用のスピーカ 6 WF とを鳴動させることで、受聴位置 R V における受聴者に対して臨場感のある音場空間を提供する。

#### 【 0 0 1 8 】

例えば、図 7 に示すように、受聴者が好みに応じて、受聴位置 R V の前方に、左右 2 チャンネルのフロントスピーカ（前方左側スピーカ、前方右側スピーカ） 6 FL, 6 FR とセンタースピーカ 6 C を配置し、受聴位置 R V の後方に、左右 2 チャンネルのサラウンドスピーカ（後方左側スピーカ、後方右側スピーカ） 6 RL, 6 RR を配置し、更に、任意の位置に低域再生専用のサブウーハ 6 WF を配置した場合、本オーディオシステムに備えられた自動音場補正システムが、周波数特性と位相特性を補正したアナログオーディオ信号 S PFL, S PFR, S PC, S PRL, S PRR, S PWF をこれら 6 個のスピーカ 6 FL, 6 FR, 6 C, 6 RL, 6 RR, 6 WF に供給して鳴動させることで、臨場感のある音場空間を実現する。

#### 【 0 0 1 9 】

信号処理回路 2 は、デジタルシグナルプロセッサ (Digital Signal Processor : DSP) 等で形成されている。このデジタルシグナルプロセッサ等により、ノイズ発生器 3 と増幅器 9 と A / D 変換器 1 0 と協働して音場補正を行う自動音場



補正システムが構成されている。

#### 【0020】

すなわち、信号処理回路2には、図2に示す各チャンネルの信号伝送路に設けられたほぼ同じ構成の系統回路CQT1, CQT2, CQT3, CQT4, CQT5, CQTkと、図3に示す周波数特性補正部11、チャンネル間レベル補正部12、位相特性補正部13、フラット化補正部15が備えられている。そして自動音場補正システムは、周波数特性補正部11とチャンネル間レベル補正部12と位相特性補正部13及びフラット化補正部15が系統回路CQT1, CQT2, CQT3, CQT4, CQT5, CQTkを制御するように構成されている。尚、以下の説明では、各チャンネルを番号 $x$  ( $1 \leq x \leq k$ ) で示すこととする。

#### 【0021】

第1番目のチャンネル( $x=1$ )に設けられた系統回路CQT1の構成を代表して説明すると、音源1からのデジタルオーディオ信号SFLの入力をオン/オフ制御するスイッチ素子SW12と、ノイズ発生器3からのノイズ信号DNの入力をオン/オフ制御するスイッチ素子SW11が備えられている。また、スイッチ素子SW11はスイッチ素子SWNを介してノイズ発生器3に接続されている。

#### 【0022】

ここで、スイッチ素子SW11, SW12, SWNは、後述のマイクロプロセッサで形成されたシステムコントローラMPUによって制御される。オーディオ再生時には、スイッチ素子SW12がオン(導通)、スイッチ素子SW11とSWNがオフ(非導通)となり、音場補正時には、スイッチ素子SW12がオフ、スイッチ素子SW11とSWNがオンとなる。

#### 【0023】

スイッチ素子SW11, SW12の出力接点には、複数個 $j$ の周波数弁別手段としてバンドパスフィルタBPF11~BPF1jが並列接続され、これらバンドパスフィルタBPF11~BPF1j全体により、入力される信号を周波数分割する周波数分割手段が構成されている。

#### 【0024】

尚、BPF11~BPF1jに付されているサフィックス11~1jは、第1チャ

ンネル ( $x=1$ ) における各バンドパスフィルタ  $BPF11 \sim BPF1j$  の中心周波数  $f1 \sim fj$  の順番を示している。

#### 【0025】

各バンドパスフィルタ  $BPF11 \sim BPF1j$  の出力接点には、帯域間アッテネータと呼ばれるアッテネータ  $ATF11 \sim ATF1j$  がそれぞれ接続されている。これにより、帯域間アッテネータ  $ATF11 \sim ATF1j$  は、各バンドパスフィルタ  $BPF11 \sim BPF1j$  の各出力のレベルを調整する伝送路内レベル調整手段となっている。

#### 【0026】

また、各バンドパスフィルタ  $BPF11 \sim BPF1j$  に各帯域間アッテネータ  $ATF11 \sim ATF1j$  が対応付けて設けられることで、互いに対応するバンドパスフィルタと帯域間アッテネータによって可変利得型周波数弁別手段が構成されている。つまり、 $BPF11$  と  $ATF11$  が第1の可変利得型周波数弁別手段、 $BPF12$  と  $ATF12$  が第2の可変利得型周波数弁別手段、以下同様にして、 $BPF1j$  と  $ATF1j$  が第  $j$  の可変利得型可変利得型周波数弁別手段となっている。

#### 【0027】

また、帯域間アッテネータ  $ATF11 \sim ATF1j$  の出力接点には加算器  $ADD1$  が接続され、加算器  $ADD1$  の出力接点には、チャンネル間アッテネータと呼ばれるアッテネータ  $ATG1$  が接続され、チャンネル間アッテネータ  $ATG1$  の出力接点には遅延回路  $DLY1$  が接続されている。そして、遅延回路  $DLY1$  の出力  $DFL$  が、図1中の  $D/A$  変換器  $4FL$  に供給されるようになっている。

#### 【0028】

ここで、各バンドパスフィルタ  $BPF11 \sim BPF1j$  は、図5の周波数特性図に示すように、それぞれ中心周波数  $f1, f2 \sim fi \sim fj$  に設定された狭帯域通型の2次のバターワースフィルタで形成されている。

#### 【0029】

つまり、低域から中高域にわたって再生可能なスピーカ  $6FL$  の全周波数帯域を任意の数  $j$  で分割することで予め決められた各周波数  $f1, f2 \sim fi \sim fj$  をそれぞれの中心周波数とするバンドパスフィルタ  $BPF11 \sim BPF1j$  が設けられてい

る。具体的には、約 0.2 KHz 以下の低域を 6 個程度に分割すると共に、約 0.2 KHz 以上の中高域を 7 個程度に分割し、分割したそれぞれの狭周波数範囲の中心の周波数を、バンドパスフィルタ BPF11~BPF1j の中心周波数  $f_1$ ,  $f_2 \sim f_i \sim f_j$  としている。更に、バンドパスフィルタ BPF11~BPF1j の各通過周波数帯域間に隙間が生じることなく且つ各通過周波数帯域間が実質的に重ならないように設定することで、全周波数帯域を漏れなくカバーするようにしている。

## 【0030】

また、バンドパスフィルタ BPF11~BPF1j は、システムコントローラ MPU の制御下で、互いに排他的に導通/非導通の切替えが可能となっている。また、オーディオ再生時には、バンドパスフィルタ BPF11~BPF1j は全て導通状態となるように切替えられるようになっている。

## 【0031】

アッテネータ ATF11~ATF1j は、デジタルアッテネータで形成されており、周波数特性補正部 11 からの調整信号 SF11~SF1j に従って、0 dB からマイナス側の範囲で減衰率を変化させる。

## 【0032】

加算器 ADD1 は、バンドパスフィルタ BPF11~BPF1j を通過してアッテネータ ATF11~ATF1j で減衰された信号を加算し、その加算した信号をアッテネータ ATG1 に供給する。

## 【0033】

チャンネル間アッテネータ ATG1 は、デジタルアッテネータで形成されており、詳細については動作説明で述べるが、チャンネル間レベル補正部 12 からの調整信号 SG1 に従って、0 dB からマイナス側の範囲で減衰率を変化させる。

## 【0034】

遅延回路 DLY1 は、デジタル遅延回路で形成されており、位相特性補正部 13 からの調整信号 SDL1 に従って、その遅延時間を変化させる。

## 【0035】

そして、残余のチャンネル  $x = 2 \sim 5$  の系統回路 CQT2, CQT3, CQT4

、CQT5も、系統回路CQT1と同様の構成となっている。

【0036】

つまり、図2中には簡略化して示しているが、第2番目のチャンネル( $x=2$ )の系統回路CQT2には、スイッチ素子SW21, SW22に続いて、上記の中心周波数 $f_1 \sim f_j$ に設定された $j$ 個のバンドパスフィルタBPF21 $\sim$ BPF2 $j$ と、周波数特性補正部11からの調整信号SF21 $\sim$ SF2 $j$ に従って0dBからマイナス側の範囲で減衰率を変化させる帯域間アッテネータATF21 $\sim$ ATF2 $j$ とによって構成される $j$ 個の可変利得型周波数弁別手段が備えられ、更に、加算器ADD2と、チャンネル間レベル補正部12からの調整信号SG2に従って0dBからマイナス側の範囲で減衰率を変化させるチャンネル間アッテネータATG2と、位相特性補正部13からの調整信号SDL2に従ってその遅延時間を変化させる遅延回路DLY2が備えられている。

【0037】

第3番目のチャンネル( $x=3$ )の系統回路CQT3には、スイッチ素子SW31, SW32に続いて、上記の中心周波数 $f_1 \sim f_j$ に設定された $j$ 個のバンドパスフィルタBPF31 $\sim$ BPF3 $j$ と、帯域間アッテネータATF31 $\sim$ ATF3 $j$ とによって構成される $j$ 個の可変利得型周波数弁別手段が備えられ、更に、加算器ADD3、チャンネル間アッテネータATG3、遅延回路DLY3が備えられている。そして、系統回路CQT1と同様に、周波数特性補正部11からの調整信号SF31 $\sim$ SF3 $j$ と、チャンネル間レベル補正部12からの調整信号SG3と、位相特性補正部13からの調整信号SDL3によって、帯域間アッテネータATF31 $\sim$ ATF3 $j$ とチャンネル間アッテネータATG3と遅延回路DLY3がそれぞれ調整される。

【0038】

第4番目のチャンネル( $x=4$ )の系統回路CQT4には、スイッチ素子SW41, SW42に続いて、上記の中心周波数 $f_1 \sim f_j$ に設定された $j$ 個のバンドパスフィルタBPF41 $\sim$ BPF4 $j$ と、帯域間アッテネータATF41 $\sim$ ATF4 $j$ とによって構成される $j$ 個の可変利得型周波数弁別手段が備えられ、更に、加算器ADD4、チャンネル間アッテネータATG4、遅延回路DLY4が備えられている。

。そして、系統回路CQT1と同様に、周波数特性補正部11からの調整信号SF41～SF4jと、チャンネル間レベル補正部12からの調整信号SG4と、位相特性補正部13からの調整信号SDL4によって、帯域間アッテネータATF41～ATF4jとチャンネル間アッテネータATG4と遅延回路DLY4がそれぞれ調整される。

## 【0039】

第5番目のチャンネル( $x=5$ )の系統回路CQT5には、スイッチ素子SW51, SW52に続いて、上記の中心周波数 $f_1 \sim f_j$ に設定されたj個のバンドパスフィルタBPF51～BPF5jと、帯域間アッテネータATF51～ATF5jとによって構成されるj個の可変利得型周波数弁別手段が備えられ、更に、加算器ADD5、チャンネル間アッテネータATG5、遅延回路DLY5が備えられている。そして、系統回路CQT1と同様に、周波数特性補正部11からの調整信号SF51～SF5jと、チャンネル間レベル補正部12からの調整信号SG5と、位相特性補正部13からの調整信号SDL5によって、帯域間アッテネータATF51～ATF5jとチャンネル間アッテネータATG5と遅延回路DLY5がそれぞれ調整される。

## 【0040】

ただし、第6番目のサブウーハチャンネル( $x=k$ )の系統回路CQTkは、図5に示した低域周波数(約0.2KHz以下の周波数)だけを周波数分割して通過させるi個( $i < j$ )のバンドパスフィルタBPFk1～BPFkiと帯域間アッテネータATFk1～ATFkiが、スイッチ素子SWk1, SWk2に続いて並列接続れ、アッテネータATFk1～ATFkiの出力を加算器ADDkが加算し、その加算結果の出力をチャンネル間アッテネータATGkと遅延回路DLYkに通し、遅延回路DLYkの出力DWFを図1中のD/A変換器4WFに供給するようになっている。

## 【0041】

尚、バンドパスフィルタBPFk1～BPFkiと帯域間アッテネータATFk1～ATFkiによって、i個の可変利得型周波数弁別手段が構成されている。

## 【0042】

次に、図3において、周波数特性補正部11は、ノイズ発生器3から出力されるノイズ信号（ピンクノイズ）DNによって各スピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RR, 6WFを個別に鳴動させたときに得られる各集音データDMを入力し、その集音データDMに基づいて、受聴位置RVにおける各スピーカの再生音のレベルを演算する。そして、それら演算結果に基づいて、調整信号SF11～SF1j, SF21～SF2j, ～, SFk1～SFkiを生成し、帯域間アッテネータATF11～ATF1j, ATF21～ATF2j, ～, ATFk1～ATFkiの減衰率を個々に自動補正する。

#### 【0043】

この周波数特性補正部11による上記減衰率の補正によって、各チャンネル毎に、系統回路CQT1～CQTkに備えられているバンドパスフィルタBPF11～BPFkiの各通過周波数に対するゲイン補正が行われる。

#### 【0044】

つまり、周波数特性補正部11は、伝送路内レベル調整手段としての帯域間アッテネータATF11～ATFkiのゲイン補正を行うことで、バンドパスフィルタBPF11～BPFkiから出力される各信号のレベルを調整し、それによって周波数特性を設定する伝送路内レベル補正手段となっている。

#### 【0045】

チャンネル間レベル補正部12は、ノイズ発生器3から出力されるノイズ信号（ピンクノイズ）DNによって全帯域型のスピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RRを個別に鳴動させたときに得られる各集音データDMを入力し、その集音データDMに基づいて、受聴位置RVにおける各スピーカの再生音のレベルを演算する。そして、その演算結果に基づいて調整信号SG1～SG5を生成し、調整信号SG1～SG5によってチャンネル間アッテネータATG1～ATG5の減衰率を自動補正する。

#### 【0046】

このチャンネル間レベル補正部12の減衰率補正により、第1～第5チャンネルの系統回路CQT1～CQT5間のレベル調整（利得調整）が行われる。

#### 【0047】

つまり、チャンネル間レベル補正部 12 は、チャンネル（信号伝送路）毎に転送されるオーディオ信号のレベルをチャンネル間で補正する伝送路間レベル補正手段となっている。

#### 【0048】

ただし、チャンネル間レベル補正部 12 は、サブウーハチャンネルの系統回路 CQTk に備えられているチャンネル間アッテネータ ATGk の減衰率を調整せず、フラット化補正部 15 がチャンネル間アッテネータ ATGk の減衰率を調整するようになっている。

#### 【0049】

位相特性補正部 13 は、ノイズ発生器 3 から出力されるノイズ信号（無相関ノイズ）DN を各チャンネルの系統回路 CQT1 ~ CQTk に供給することで各スピーカ 6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RR, 6WF を個別に鳴動させたときに得られるそれぞれの集音データ DM に基づいて各チャンネルの位相特性を測定し、その測定結果に基づいて音場空間の位相特性を補正する。

#### 【0050】

より具体的には、ノイズ信号 DN によって各チャンネルのスピーカ 6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RR, 6WF を周期 T の期間ずつ鳴動させ、それによって生じる各チャンネルの集音データ DM1, DM2, DM3, DM4, DM5, DMk を相互相関演算する。ここで、集音データ DM2 と DM1 の相互相関、集音データ DM3 と DM1 の相互相関、以下同様にして、集音データ DMk と DM1 の相互相関を演算し、それぞれの相関値のピーク間隔（位相差）を、各系統回路 CQT2 ~ CQTk における遅延時間  $\tau_2 \sim \tau_k$  とする。つまり、系統回路 CQT1 から得られる集音データ DM1 の位相を基準（すなわち、位相差 0、 $\tau_1 = 0$ ）として、残余の系統回路 CQT2 ~ CQTk の遅延時間  $\tau_2 \sim \tau_k$  を求めている。これらの遅延時間  $\tau_1 \sim \tau_k$  の計測結果に基づいて調整信号 SDL1 ~ SDLk を生成し、これらの調整信号 SDL1 ~ SDLk によって遅延回路 DLY1 ~ DLYk の各遅延時間を自動調整することによって、音場空間の位相特性を補正する。尚、本実施形態では、位相特性を補正するのに無相関ノイズを用いるが、ピンクノイズを用いてもよい他のノイズ信号を用いてもよい。

## 【0051】

フラット化補正部15は、周波数特性補正部11とチャンネル間レベル補正部12と位相特性補正部13による調整が終了した後、チャンネル間レベル補正部12では調整されない系統回路CQTk中のチャンネル間アッテネータATGkの減衰率を調整する。

## 【0052】

すなわち、フラット化補正部15は、図4に示すように、中高域処理部15a、低域処理部15b、サブウーハ低域処理部15c、演算部15dを備えて構成されている。

## 【0053】

中高域処理部15aは、系統回路CQT1～CQT5に備えられている低域のバンドパスフィルタBPF11～BPF1i, BPF21～BPF2i, BPF31～BPF3i, BPF41～BPF4i, BPF51～BPF5iを非導通、残りの中高域のバンドパスフィルタを導通にした状態で、ノイズ発生器3から出力されるノイズ信号（無相関ノイズ）DNに基づいて全帯域型のスピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RRを同時に鳴動させたときに得られる集音データDM（以下、中高域集音データDMHという）から、中高域の再生音のスペクトル平均レベルPMHを計測する。

## 【0054】

低域処理部15bは、系統回路CQT1～CQT5に備えられている低域のバンドパスフィルタBPF11～BPF1i, BPF21～BPF2i, BPF31～BPF3i, BPF41～BPF4i, BPF51～BPF5iを導通、残りの中高域のバンドパスフィルタを非導通にした状態で、ノイズ発生器3から出力されるノイズ信号（無相関ノイズ）DNに基づいて全帯域型のスピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RRを同時に鳴動させたときに得られる集音データDM（以下、低域集音データDLという）から、低域の再生音のスペクトル平均レベルPLを計測する。

## 【0055】

サブウーハ低域処理部15cは、サブウーハチャンネルの系統回路CQTkに備えられているバンドパスフィルタBPFk1～BPFkiを全て導通状態にして、ノイズ発生器3から出力されるノイズ信号（ピンクノイズ）DNに基づいて低域



再生専用のスピーカ 6WF を鳴動させたときに得られる集音データ DM（以下、サブウーハ集音データ DWFL という）から、スピーカ 6WF のみで再生された低音のスペクトル平均レベル PWFL を計測する。

## 【0056】

演算部 15d は、上記の中高域のスペクトル平均レベル PMH と低域のスペクトル平均レベル PL、PWFL に基づいて、後述の動作説明で詳述する所定の演算処理を行うことで、全てのスピーカ 6FL、6FR、6C、6RL、6RR、6WF を同時に鳴動させた際に、受聴位置 RV における再生音の周波数特性を全オーディオ周波数帯域にわたってフラットにするための調整信号 SGk を生成する。

## 【0057】

つまり、図 6 の周波数特性図に示すように、全帯域型のスピーカ 6FL、6FR、6C、6RL、6RR は、中高域だけでなく低域周波数の再生能力を有しているため、これらのスピーカ 6FL、6FR、6C、6RL、6RR と低域専用のスピーカ 6WF を鳴動させた場合に、例えばスピーカ 6FL、6FR、6C、6RL、6RR によって再生される低域音とスピーカ 6WF によって再生される低域音との合計スペクトル平均レベルが、中高域の再生音のスペクトル平均レベルより高くなる場合があり、耳障りになったり不快感を与えるという問題を生じる。そこで、演算部 15d は、上記低域音の合計スペクトル平均レベルと中高域のスペクトル平均レベルをフラットにするように、調整信号 SGk によってチャンネル間アッテネータ ATGk の減衰率を調整する。

## 【0058】

したがって、フラット化補正部 15 は、チャンネル間レベル補正部 12 と共にチャンネル（信号伝送路）毎に転送されるオーディオ信号のレベルをチャンネル間で補正する伝送路間レベル補正手段となっている。

## 【0059】

尚、自動音場補正システムの構成を説明したが、より詳細な機能については、動作説明において詳述することとする。

## 【0060】

次に、かかる構成を有する自動音場補正システムの動作を図 8 ～ 図 12 に示す

フローチャートを参照して説明する。

【 0 0 6 1 】

受聴者が、例えば図 7 に示したように複数のスピーカ 6FL～6WF をリスニングルーム 7 等に配置して本オーディオシステムに接続した後、本オーディオシステムに備えられているリモートコントローラ（図示省略）等を利用して音場補正開始の指示をすると、システムコントローラ M P U がこの指示に従って、自動音場補正システムを動作させる。

【 0 0 6 2 】

まず、図 8 を参照して自動音場補正システムの動作の概要を説明する。ステップ S 1 0 の周波数特性補正処理では、周波数特性補正部 1 1 により、系統回路 C Q T 1, C Q T 2, C Q T 3, C Q T 4, C Q T 5, C Q T k に設けられている全ての帯域間アッテネータ A T F 1 1 ～ A T F k j の減衰率を調節するための処理が行われる。

【 0 0 6 3 】

次のステップ S 2 0 のチャンネル間レベル補正処理では、チャンネル間レベル補正部 1 2 により、系統回路 C Q T 1, C Q T 2, C Q T 3, C Q T 4, C Q T 5 に設けられているチャンネル間アッテネータ A T G 1 ～ A T G 5 の減衰率を調節するための処理が行われる。すなわち、ステップ S 2 0 では、サブウーハチャンネルの系統回路 C Q T k に設けられているチャンネル間アッテネータ A T G k の調整は行われない。

【 0 0 6 4 】

次のステップ S 3 0 の位相特性補正処理では、位相特性補正部 1 3 により、系統回路 C Q T 1, C Q T 2, C Q T 3, C Q T 4, C Q T 5, C Q T k に設けられている全ての遅延回路 D L Y 1 ～ D L Y k の遅延時間を調整するための処理が行われる。すなわち、全てのスピーカ 6FL～6WF で再生される再生音の位相特性を補正するための処理が行われる。

【 0 0 6 5 】

次のステップ S 4 0 のフラット化補正処理では、フラット化補正部 1 4 により、受聴位置 R V における再生音の周波数特性をオーディオ周波数帯域全体におい

てフラットにするための処理が行われる。

【0066】

このように、本自動音場補正システムは、4段階に大別された補正処理を順に行うことで、音場補正を行うようになっている。

【0067】

次に、ステップS10～S40の各処理を順を追って説明する。

まず、ステップS10の周波数特性補正処理を詳述する。ステップS10の処理は図9に示す詳細なフローに従って行われる。

【0068】

ステップS100において、初期化処理が行われ、図2に示す系統回路CQT1, CQT2, CQT3, CQT4, CQT5, CQTkの全ての帯域間アッテネータATF11～ATFkiとチャンネル間アッテネータATG1～ATGkの減衰率を0dBに設定する。また、全ての遅延回路DLY1～DLYkの遅延時間を0にすると共に、図1に示した増幅器5FL～5WFの増幅率を等しくする。

【0069】

更に、スイッチ素子SW12, SW22, SW32, SW42, SW52, SWk2をオフ（非導通）にすることで、音源1からの入力を遮断すると共に、スイッチ素子SWNをオン（導通）にする。これにより、ノイズ発生器3で生成されるノイズ信号（ピンクノイズ）DNが各系統回路CQT1, CQT2, CQT3, CQT4, CQT5, CQTkに供給される状態に設定する。

【0070】

次にステップS102に移行し、システムコントローラMPUに内蔵されているフラグレジスタ（図示省略）に $n=0$ のフラグデータをセットする。

【0071】

次に、ステップS104において音場特性測定処理が行われる。

このステップS104では、スイッチ素子SW11, SW21, SW32, SW41, SW51, SWk1を所定周期Tの期間ずつ排他的にオンさせることで、系統回路CQT1～CQTkに順番にノイズ信号DNを供給し、更にノイズ信号DNが供給されている系統回路のバンドパスフィルタを低域側から中高域側に順番に且つ排他的

に導通させる。

【0072】

これにより、系統回路CQT1のバンドパスフィルタBPF11～BPF1jで周波数分割されたノイズ信号DNが順次にスピーカ6FLに供給され、それによって聴取位置RVに生じる周波数分割されたノイズ音をマイクロホン8が集音すると共に、D/A変換器10が周波数特性補正部11にそれらの集音データDM（以下、DM11～DM1jとする）を供給し、更に、周波数特性補正部11が、これらの集音データDM11～DM1jを所定の記憶部（図示省略）に記憶する。

【0073】

また、同様に残りの系統回路CQT2～CQTkを介して周波数分割されたノイズ信号DNがスピーカ6FR～6WFに供給され、それによって生じるチャンネル毎の集音データDM（以下、DM21～DM2j, DM31～DM3j, DM41～DM4j, DM51～DM5j, DMk1～DMkiとする）を所定の記憶部（図示省略）に記憶する。

【0074】

こうして、音場特性測定処理が行われることで、周波数特性補正部11には、次式（1）の行列で表される集音データ $[DA_{xJ}]$ が記憶される。尚、 $[DA_{xJ}]$ 中のサフィックスxはチャンネル番号（ $1 \leq x \leq k$ ）、サフィックスJは中心周波数 $f_1 \sim f_j$ の低域から中高域への順番（ $1 \leq J \leq j$ ）を示している。

【0075】

【数1】

$$[DA_{xJ}] = \begin{bmatrix} DM_{11} & \dots\dots\dots & DM_{1j} \\ DM_{21} & \dots\dots\dots & DM_{2j} \\ DM_{31} & \dots\dots\dots & DM_{3j} \\ DM_{41} & \dots\dots\dots & DM_{4j} \\ DM_{51} & \dots\dots\dots & DM_{5j} \\ DM_{k1} & \dots\dots & DM_{ki} \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

更に、ステップS104では、チャンネル毎に集音データ $[DA_{xJ}]$ と所定の

閾値  $THDCH$  とを比較し、その比較結果に基づいて各チャンネルのスピーカの 6FL～6WF のサイズを判定する。つまり、スピーカによる再生音の音圧はスピーカサイズに応じて変わるので、ここで、各チャンネルのスピーカの大きさを判定する。

#### 【0076】

具体的な判定手段としては、第1のチャンネルのスピーカ 6FL のサイズを判定する場合には、上記式 (1) 中の第1チャンネルの集音データ  $DM11 \sim DM1j$  の平均値と閾値  $THDCH$  と比較し、その平均値が閾値  $THDCH$  より小さい場合には、スピーカ 6FL を小さいスピーカと判定し、その平均値が閾値  $THDCH$  より大きい場合には、スピーカ 6FL を大きいスピーカと判定する。また、残余のチャンネルのスピーカ 6FR, 6FR, 6C, 6RL, 6RR, 6WF についても同様に判定する。

#### 【0077】

そして、小さいと判定したスピーカが接続されているチャンネルについては、次の述べるステップ  $S106 \sim S124$  の処理を行わず、大きいと判定したスピーカが接続されているチャンネルについてだけ、ステップ  $S106 \sim S124$  の処理を行う。

#### 【0078】

尚、説明を分かりやすくするため、スピーカ 6FL, 6FR, 6FR, 6C, 6RL, 6RR, 6WF が全て大きなスピーカであったものとして、ステップ  $S106 \sim S124$  の処理を説明することとする。

#### 【0079】

次に、ステップ  $S106$  において、受聴者が本オーディオシステムに予め設定したターゲットカーブデータ  $[TGxJ]$  を周波数特性補正部 11 にセットする。ここで、ターゲットカーブとは、受聴者が嗜好する再生音の周波数特性を言い、本オーディオシステムには、クラシック音楽に適した周波数特性の再生音を生成するためのターゲットカーブの他、ロック音楽やポップス、ボーカル等に適した周波数特性の再生音を生成するための各種ターゲットカーブデータ  $[TGxJ]$  がシステムコントローラ MPU に記憶されている。また、これらターゲットカーブデータ  $[TGxJ]$  は次式 (2) の行列で示すように、帯域間アッテネータ  $ATF$

11～ATFkiと同数のデータの集合で構成され、チャンネル毎に独立して選択できるようになっている。

【0080】

【数2】

$$[TG_{xJ}] = \begin{bmatrix} TG_{11} & \dots\dots\dots & TG_{1j} \\ TG_{21} & \dots\dots\dots & TG_{2j} \\ TG_{31} & \dots\dots\dots & TG_{3j} \\ TG_{41} & \dots\dots\dots & TG_{4j} \\ TG_{51} & \dots\dots\dots & TG_{5j} \\ TG_{k1} & \dots\dots & TG_{ki} \end{bmatrix} \quad \dots (2)$$

そして、受聴者がリモートコントローラの所定操作釦を操作すると、これらのターゲットカーブを任意に選択でき、システムコントローラMPUが、選択されたターゲットカーブデータ  $[TG_{xJ}]$  を周波数特性補正部11にセットする。

【0081】

但し、受聴者がターゲットカーブを選択せずに音場補正を指示した場合には、全てのデータ  $TG_{11} \sim TG_{ki}$  は予め決められた値、例えば1に設定される。

【0082】

次に、ステップS108において、周波数特性補正部11が、第1チャンネルの番号 ( $x=1$ ) と最初の中心周波数の順番 ( $J=1$ ) を設定した後、ステップS110～S114の処理を繰り返すことで、帯域間アッテネータ  $ATF_{11} \sim ATF_{1j}$  を調整するための調整値  $F0(1,1) \sim F0(1,j)$  を演算する。

【0083】

すなわち、フラグデータ  $n$  を0、チャンネルを表す変数  $x$  を1とし、ステップS112及びS114において変数  $J$  を1ないし  $j$  で変化させつつ、上記式(1)(2)に示した集音データ  $[DA_{xJ}]$  中の第1行目のデータ  $DM_{11} \sim DM_{1j}$  とターゲットカーブデータ  $[TG_{AxJ}]$  中の第1行目のデータ  $TG_{11} \sim TG_{1j}$  を次式(3)に適用することで、第1チャンネルに該当する帯域間アッテネータ  $ATF_{11} \sim ATF_{1j}$  の調整値  $F0(1,1) \sim F0(1,j)$  を演算する。ただし、式(3)で演算した値  $TG_{xJ}/DM_{xJ}$  が予め定められた閾値  $THD$  より小さな値の演算誤

差となったときは、その値  $TG_{xJ}/DM_{xJ}$  を強制的に 0 にして、調整精度の向上を図ることになっている。

【0084】

【数3】

$$F_n(x, J) = TG_{xJ} / DM_{xJ} \quad \dots (3)$$

次に、ステップ S112 において、第 1 チャンネルの帯域間アッテネータ  $ATF_{11} \sim ATF_{1j}$  の調整値  $F_0(1,1) \sim F_0(1,j)$  を全て演算したと判断すると、ステップ S116 に移行し、第 2 ～ 第 6 チャンネル ( $x=2 \sim k$ ) までの全ての帯域間アッテネータの調整値を演算したか判断する。未だであれば、ステップ S118 において、変数  $x$  を 1 インクリメントし且つ変数  $j$  を 1 に設定して、ステップ S110 からの処理を繰り返す。そして、全ての帯域間アッテネータの調整値を演算し終わると、ステップ S120 に移行する。

【0085】

これにより、次式 (4) の行列で表される全ての帯域間アッテネータ  $ATF_{11} \sim ATF_{1j}$  の調整値  $[F_{0xJ}]$  が求まる。

【0086】

【数4】

$$[F_{0xJ}] = \begin{bmatrix} F_0(1,1) & \dots & F_0(1,j) \\ F_0(2,1) & \dots & F_0(2,j) \\ F_0(3,1) & \dots & F_0(3,j) \\ F_0(4,1) & \dots & F_0(4,j) \\ F_0(5,1) & \dots & F_0(5,j) \\ F_0(k,1) & \dots & F_0(k,i) \end{bmatrix} \quad \dots (4)$$

次に、ステップ S120 では、次式 (5) の行列で表される演算を行うことで調整値  $[F_{0xJ}]$  を正規化し、得られた正規化調整値  $[F_{N0xJ}]$  を新たなターゲットカーブデータ  $[TG_{xJ}] = [F_{N0xJ}]$  とする。即ち、上記式 (2) のターゲットカーブデータ  $[TG_{xJ}]$  を正規化調整値  $[F_{N0xJ}]$  で置換する。

【0087】

【数 5】

$$[F N0xJ] = \begin{bmatrix} F0(1,1)/F01max \cdots F0(1,j)/F01max \\ F0(2,1)/F02max \cdots F0(2,j)/F02max \\ F0(3,1)/F03max \cdots F0(3,j)/F03max \\ F0(4,1)/F04max \cdots F0(4,j)/F04max \\ F0(5,1)/F05max \cdots F0(5,j)/F05max \\ F0(k,1)/F0kmax \cdots F0(k,i)/F0kmax \end{bmatrix} \quad \cdots (5)$$

尚、式(5)中のサフィックスmaxが付された値F01max～F0kmaxは、フラグデータnがn=1のときの各チャンネルx=1～kにおける調整値の最大値である。

【0088】

次に、ステップS122において、フラグデータnが1か否かを判断し、否(NO)であればステップS124においてフラグデータnを1に設定した後、ステップS104からの処理を繰り返す。

【0089】

こうしてステップS104からの処理を繰り返し、ステップS122においてフラグデータnが1であると判断するとステップS126に移行する。ここで、ステップS104からの処理が繰り返えされると、フラグデータをn=1として、上記式(1)～(5)の演算が再度行われることとなり、上記式(5)に対応する次式(6)の正規化調整値[FN1xJ]が求まる。

【0090】

【数 6】

$$[F N1xJ] = \begin{bmatrix} F1(1,1)/F11max \cdots F1(1,j)/F11max \\ F1(2,1)/F12max \cdots F1(2,j)/F12max \\ F1(3,1)/F13max \cdots F1(3,j)/F13max \\ F1(4,1)/F14max \cdots F1(4,j)/F14max \\ F1(5,1)/F15max \cdots F1(5,j)/F15max \\ F1(k,1)/F1kmax \cdots F1(k,i)/F1kmax \end{bmatrix} \quad \cdots (6)$$

次に、ステップS126において、正規化調整値[FN0xJ]と[FN1xJ]の各行列の値同士を掛け算することにより、式(7)に示す系統回路CQT1～CQTkの全ての帯域間アッテネータATF11～ATF1j, ～, ATFk1～ATFk



iの減衰率を調整するための調整データ  $[S F_{xJ}]$  を求める。

【0091】

【数7】

$$[S F_{xJ}] = \begin{bmatrix} S F_{11} & \cdots & S F_{1j} \\ S F_{21} & \cdots & S F_{2j} \\ S F_{31} & \cdots & S F_{3j} \\ S F_{41} & \cdots & S F_{4j} \\ S F_{51} & \cdots & S F_{5j} \\ S F_{k1} & \cdots & S F_{ki} \end{bmatrix} \quad \cdots (7)$$

つまり、式(5)(6)に示した正規化調整値  $[F N_{0xJ}]$  と  $[F N_{1xJ}]$  の第1行第1列目の値  $F 0(1,1)/F 01_{\max}$  と  $F 1(1,1)/F 11_{\max}$  を掛け算することによって、式(7)の行列の第1行第1列目の値  $S F_{11}$  を求め、第2行第1列目の値  $F 0(2,1)/F 02_{\max}$  と  $F 1(2,1)/F 12_{\max}$  を掛け算することによって、式(7)の第2行第1列目の値  $S F_{21}$  を求め、以下同様の演算を行うことによって、式(7)の行列で表される減衰率調整用の調整データ  $[S F_{xJ}]$  を求める。

【0092】

そして、調整データ  $[S F_{xJ}]$  に基づく各調整信号  $S F_{11} \sim S F_{1j}, \sim, S F_{k1} \sim S F_{ki}$  によって帯域間アッテネータ  $A T F_{11} \sim A T F_{1j}, \sim, A T F_{k1} \sim A T F_{ki}$  の減衰率を調整した後、図8のステップS20へ移行する。

【0093】

また、前述したステップS104の音場特性測定処理において、小さなスピーカが接続されているチャンネルを判定した場合には、そのチャンネルに設けられている帯域間アッテネータの減衰率を0dBに調整し、大きなスピーカが接続されているチャンネルの帯域間アッテネータの減衰率は調整データ  $[S F_{xJ}]$  に基づいて調整する。

【0094】

尚、ステップS104において、全チャンネルのスピーカ6FL, 6FR, 6FR, 6C, 6RL, 6RR, 6WFが全て小さいスピーカであると判定した場合には、ステ

ップ S 1 0 6 ~ S 1 2 4 の処理を行わずに、ステップ S 1 0 4 からステップ S 1 2 6 の処理に直接移行し、ステップ S 1 2 6 において、全チャンネルの帯域間アッテネータの減衰率を 0 d B に調整するようになっている。

## 【 0 0 9 5 】

このように、周波数特性補正部 1 1 によって帯域間アッテネータ A T F 1 1 ~ A T F k i の減衰率を調整することで各チャンネル毎の周波数特性を補正し、音場空間の周波数特性を適正化する。

## 【 0 0 9 6 】

また、ステップ S 1 0 4 の音場特性測定処理において、ピンクノイズによって各スピーカ 6 F L , 6 F R , 6 C , 6 R L , 6 R R , 6 W F を時分割して鳴動させるので、実際のオーディオ信号に基づいて音場空間を生じさせるときとほぼ同じ条件の下で各スピーカの周波数特性と再生能力（出力パワー）を検出することができる。このため、各スピーカの周波数特性と再生能力を考慮して周波数特性の総合的な補正が可能となっている。

## 【 0 0 9 7 】

次に、ステップ S 2 0 のチャンネル間レベル補正処理は、図 1 0 に示すフローに従って行われる。

## 【 0 0 9 8 】

まず、ステップ S 2 0 0 の初期化処理が行われ、スイッチ素子 S W 1 1 ~ S W 5 2 を切り替えてノイズ発生器 3 からのノイズ信号 D N の入力可能状態にする。ただし、サブウーハチャンネルのスイッチ素子 S W k 1 , S W k 2 はオフにしておく。また、チャンネル間アッテネータ A T G 1 ~ A T G k の減衰率を 0 d B に設定する。更に、全ての遅延回路 D L Y 1 ~ D L Y 5 の遅延時間を 0 に設定する。更に又、図 1 に示した増幅器 5 F L ~ 5 W F の増幅率を等しくする。

## 【 0 0 9 9 】

更に、帯域間アッテネータ A T F 1 1 ~ A T F 1 j , A T F 2 1 ~ A T F 2 j , ~ , A T F k 1 ~ A T F k i の減衰率を、上記周波数特性補正処理で調整したままの固定状態にする。

## 【 0 1 0 0 】

次に、ステップS202において、チャンネル番号を表す変数 $x$ を1に設定した後、ステップS204の音場特性測定処理を行い、更に、第1～第5チャンネル分の音場特性測定が終了するまで、ステップS204～S208の処理を繰り返す。

## 【0101】

ここでは、バンドパスフィルタBPF11～BPF1j, ～, BPF51～BPF5jを常にオン（導通）状態に固定したままで、スイッチ素子SW11, SW21, SW31, SW41, SW51を所定周期Tずつ排他的にオンさせ、系統回路CQT1～CQT5に順番にノイズ信号（ピンクノイズ）DNを供給する（ステップS206, S208）。

## 【0102】

この繰り返し処理により、各スピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RRで再生される各再生音をマイクロフォン8が集音し、それによって得られる第1～第5チャンネル毎の集音データDM（＝DM1～DM5）をチャンネル間レベル調整部13内のメモリ部（図示省略）に記憶する。即ち、次式（8）の行列で表される集音データ[DB $x$ ]を記憶する。

## 【0103】

【数8】

$$[DBx] = \begin{bmatrix} DM1 \\ DM2 \\ DM3 \\ DM4 \\ DM5 \end{bmatrix} \quad \cdots (8)$$

次に、第1～第5チャンネルの音場特性を測定し終わると、ステップS210に移行し、集音データDM1～DM5の中から最小値の集音データを1つ抽出し、その抽出したデータをチャンネル間レベル調整用のターゲットデータTGCHとする。

## 【0104】

次に、ステップS212において、上記式（8）の行列をチャンネル間レベル

調整用のターゲットデータTGCHで正規化演算することで、次式(9)に示す各チャンネル間アッテネータATG1~ATG5の減衰率調整値[SGx]を求めた後、ステップS214において、減衰率調整値[SGx]に基づく調整信号SG1~SG5によってチャンネル間アッテネータATG1~ATG5の減衰率を調整する。

【0105】

【数9】

$$[SGx] = \begin{bmatrix} SG1 \\ SG2 \\ SG3 \\ SG4 \\ SG5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} DM1/TGCH \\ DM2/TGCH \\ DM3/TGCH \\ DM4/TGCH \\ DM5/TGCH \end{bmatrix} \quad \dots (9)$$

以上の処理によって、サブウーハチャンネルを除く、全帯域型のスピーカが接続される第1~第5チャンネル間だけのレベル調整が完了し、これに続いて図8のステップS30に移行する。

【0106】

このように、チャンネル間レベル補正部12によってチャンネル間アッテネータATG1~ATGkの減衰率を補正することで各チャンネル毎のレベル特性を適正化して、受聴位置RVにおける各スピーカの再生音のレベルを適正化する。

【0107】

また、ステップS204の音場特性測定処理において、各スピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RRを時分割して鳴動させ、それによって生じる再生音を集音するので、各スピーカの再生能力(出力パワー)を検出することができる。このため、各スピーカの再生能力も考慮した総合的な適正化が可能となっている。

【0108】

次に、ステップS30の位相特性補正処理が、図11に示すフローに従って行われる。

【0109】

まず、ステップS300の初期化処理が行われ、スイッチ素子SW11~SWk2

を切り替えて、ノイズ発生器 3 から出力されるノイズ信号（無相関ノイズ）DN を入力可能状態にする。また、帯域間アッテネータ  $ATF_{11} \sim ATF_k$  とチャンネル間アッテネータ  $ATG_1 \sim ATG_k$  を既に調整された減衰率のままに固定すると共に、遅延回路  $DLY_1 \sim DLY_k$  の遅延時間を 0 に設定する。更に又、図 1 に示した増幅器  $5FL \sim 5WF$  の増幅率を等しくする。

#### 【0110】

次に、ステップ S302 において、チャンネル番号を表す変数  $x$  を 1、変数  $AVG$  を 0 に設定した後、ステップ S304 の遅延時間を測定するための音場特性測定処理を行い、更に、第 1 ～ 第  $k$  チャンネル分の音場特性測定が終了するまで、ステップ S304 ～ S308 の処理を繰り返す。

#### 【0111】

ここでは、スイッチ素子  $SW_{11}$ ,  $SW_{21}$ ,  $SW_{31}$ ,  $SW_{41}$ ,  $SW_k$  を所定周期  $T$  ずつ排他的にオンさせ、系統回路  $CQT_1 \sim CQT_k$  に、周期  $T$  の期間ずつノイズ信号（無相関ノイズ）DN を供給する。

#### 【0112】

この繰り返し処理により、連続したノイズ信号 DN が各スピーカ  $6FL$ ,  $6FR$ ,  $6C$ ,  $6RL$ ,  $6RR$ ,  $6WF$  に周期  $T$  の期間ずつ供給され、各周期  $T$  の期間ずつ再生されるノイズ信号 DN の各再生音をマクロフォン 8 が集音する。更に、A/D 変換器 10 から周期  $T$  ずつ出力される各集音データ DM（以下、 $DM_1$ ,  $DM_2$ ,  $DM_3$ ,  $DM_4$ ,  $DM_5$ ,  $DM_k$  で表すこととする）を位相特性補正部 13 が入力する。尚、周期  $T$  の期間ずつ A/D 変換器 10 によって高速サンプリングが行われるため、これらの集音データ  $DM_1$ ,  $DM_2$ ,  $DM_3$ ,  $DM_4$ ,  $DM_5$ ,  $DM_k$  は、それぞれ複数のサンプリングデータとなる。

#### 【0113】

この測定が終わると、次にステップ S310 に移行し、各チャンネルの位相特性を演算する。ここでは、集音データ  $DM_2$  と  $DM_1$  を相互相関演算し、それによって得られる相関値のピーク間隔（位相差）を、系統回路  $CQT_2$  における遅延時間  $\tau_2$  とする。また、残余の集音データ  $DM_3 \sim DM_k$  についてもそれぞれ集音データ  $DM_1$  との相互相関を演算し、それによって得られるそれぞれの相関値の

ピーク間隔（位相差）を、系統回路CQT3～CQTkにおける遅延時間 $\tau_3 \sim \tau_k$ とする。つまり、系統回路CQT1から得られる集音データDM1の位相を基準（すなわち、位相差0）として、残余の系統回路CQT2～CQTkの遅延時間 $\tau_2 \sim \tau_k$ を演算する。

#### 【0114】

次に、ステップS312に移行して変数AVGを1加算した後、ステップS314において変数AVGが所定値AVERAGEになったか否か判断し、未だであればステップS304からの処理を繰り返す。

#### 【0115】

ここで、所定値AVERAGEは、ステップS304～S312の繰り返し処理回数を示す定数であり、本実施形態ではAVERAGE=4に設定されている。

#### 【0116】

こうして4回の測定処理を繰り返すことで、各系統回路CQT1～CQTkの遅延時間 $\tau_1 \sim \tau_k$ をそれぞれ4個ずつ求め、次にステップS316において、4個ずつの遅延時間 $\tau_1 \sim \tau_k$ のそれぞれの平均値 $\tau_1' \sim \tau_k'$ を求め、これらの平均値 $\tau_1' \sim \tau_k'$ を各系統回路CQT1～CQTkの遅延時間とする。

遅延時間SDL1～SDLkとする。

#### 【0117】

次に、ステップS318において、遅延時間 $\tau_1' \sim \tau_k'$ に対応する調整信号SDL1～SDLkに基づいて各遅延回路DLY1～DLYkの遅延時間を調整して、位相特性補正処理を完了する。

#### 【0118】

このように、位相特性補正処理では、系統回路CQT1～CQTkを通じて、遅延時間を測定するためのノイズ信号を各スピーカに供給して鳴動させ、それによって生じる再生音の集音結果から位相特性を求めるので、単に再生音の伝搬遅延時間のみから遅延回路DLY1～DLYkの遅延時間を調整（補正）するのではなく、各スピーカの再生能力と系統回路CQT1～CQTkの特性も考慮した総合的な適正化が可能となっている。

#### 【0119】

次に、位相特性補正処理を完了すると、図2中のステップS40のフラット化補正処理に移行する。ステップS40の処理は、図12に示すフローに従って行われる。

まず、ステップS400において、スイッチ素子SW11～SWk1を切り替えてノイズ発生器3から出力されるノイズ信号（無相関ノイズ）DNを入力可能状態にする。また、増幅器5FL～5WFの増幅率を等しくする。

#### 【0120】

次に、ステップS402において、帯域間アッテネータATF11～ATFkiと、チャンネル間アッテネータATG1～ATG5と、遅延回路DLY1～DLYkは既に調整されたままの状態に固定する。但し、ステップS404において、系統回路CQTk内のチャンネル間アッテネータATGkの減衰率を0dBに設定する。

#### 【0121】

次に、ステップS406において、系統回路CQTkを除き、系統回路CQT1～CQT5にノイズ信号（無相関ノイズ）DNを同時に供給する。ここで、系統回路CQT1～CQT5中の帯域間アッテネータATF11～ATF1j, ～, ATF51～ATF5jのうち、低域に係わる帯域間アッテネータATF11～ATF1i, ～, ATF51～ATF5iはオフ（非導通）状態にして、上記ノイズ信号DNを供給する。

#### 【0122】

これにより、中高域のノイズ信号DNによって全帯域型のスピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RRを同時に鳴動させ、それによって得られる中高域集音データDMH（図4参照）を中高域処理部15aが入力し、更に、この中高域集音データDMHに基づいて、スピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RRによる中高域の再生音のスペクトル平均レベルPMHを演算する。

#### 【0123】

次に、ステップS408において、系統回路CQTkを除き、系統回路CQT1～CQT5にノイズ信号（無相関ノイズ）DNを同時に供給する。ここで、系統回路CQT1～CQT5中の帯域間アッテネータATF11～ATF1j, ～, ATF51

～ATF5jのうち、低域に係わる帯域間アッテネータATF11～ATF1i, ～, ATF51～ATF5iはオン（導通）状態にし、残りの帯域間アッテネータはオフ（非導通）の状態に設定して、上記ノイズ信号DNを供給する。

## 【0124】

これにより、低域のノイズ信号DNによって全帯域型のスピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RRを同時に鳴動させ、それによって得られる低域集音データDL（図4参照）を低域処理部15bが入力し、更に、この低域集音データDLに基づいて、スピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RRによる低域の再生音のスペクトル平均レベルPLを演算する。

## 【0125】

次に、ステップS410において、系統回路CQTkだけにノイズ信号（ピンクノイズ）DNを供給する。ここで、ATF11～ATF1j, ～, ATF51～ATF5jのうち、低域に係わる帯域間アッテネータATF11～ATF1i, ～, ATF51～ATF5iはオン（導通）状態にし、残りの帯域間アッテネータはオフ（非導通）の状態に設定して、上記ノイズ信号DNを供給する。

## 【0126】

これにより、ノイズ信号DNによって低域再生専用のスピーカ6WFのみを鳴動させ、それによって得られるサブウーハ集音データDWFL（図4参照）をサブウーハ低域処理部15cが入力し、更に、このサブウーハ集音データDWFLに基づいて、スピーカ6WFによる低域の再生音のスペクトル平均レベルPWFLを演算する。

## 【0127】

次に、ステップS412において、演算部14が、次式（10）で表される演算を行うことで、系統回路CQTkのチャンネル間アッテネータATGkの減衰率を調整するための調整信号SGkを求める。

## 【0128】



【数10】

$$S G k = \frac{T G L \times P M H - T G M H \times P L}{T G M H \times P W F L} \quad \dots (10)$$

すなわち、上記式10の演算を行うことにより、全てのスピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RR, 6WFでオーディオ再生を行った場合に、音場空間における再生音の周波数特性をフラットにするための調整信号SGkを求める。

【0129】

より詳細に述べれば、全帯域型スピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RRで同時再生される再生音のうちの低域の再生音のレベルと低域専用のサブウーハ6WFで再生される再生音のレベルとの和が、全帯域型スピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RRで同時再生される再生音のうちの中高域の再生音のレベルと等しくなるように、チャンネル間アッテネータATGkの減衰率を調整するための調整信号SGkを求めている。

【0130】

尚、上記式(10)の係数TGMHは、上記式(2)に示したターゲットカーブデータ[TGxJ]の中から受聴者が選択したターゲットカーブデータ又は受聴者が選択しなかった場合のデフォルトのターゲットカーブデータのうち、中高域に該当するターゲットカーブデータの平均値である。また、係数TGLは、低域に該当するターゲットカーブデータの平均値である。

【0131】

次に、ステップS414において、調整信号SGkによりチャンネル間アッテネータATGkの減衰率を調整して、自動音場補正処理を完了する。

【0132】

このように、フラット化補正部13によって最終的にチャンネル間のレベル補正を行うと、全てのスピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RR, 6WFでオーディオ再生を行った場合に、音場空間における再生音の周波数特性を全オーディオ周波数帯域においてフラットにすることができる。このため、図6に示した低域のレベルが大きくなるというような従来の問題を解消することができる。

## 【0133】

また、ステップS404～S410の音場特性測定処理において、各スピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RR, 6WFを時分割して鳴動させ、それによって生じる再生音を集音するので、各スピーカの再生能力（出力パワー）を検出することができる。このため、各スピーカの再生能力も考慮した総合的な適正化が可能となっている。

## 【0134】

そして、スイッチ素子SWNをオフ、そのスイッチ素子に接続されているスイッチ素子SW11, SW21, SW31, SW41, SW51, SWk1をオフにし、スイッチ素子SW12, SW22, SW32, SW42, SW52, SWk2をオンにすることで、音源1からのオーディオ信号SFL, SFR, SC, SRL, SRR, SWFを入力可能状態に設定し、本オーディオシステムは通常のオーディオ再生状態となる。

## 【0135】

以上説明したように、本実施形態によれば、オーディオシステムとスピーカの特性を総合的に考慮して音場空間の周波数特性と位相特性を補正するので、極めて高品位且つ臨場感のある音場空間を提供することができる。

## 【0136】

また、オーディオ周波数帯域のある周波数の再生音のレベルが大きくなったり小さくなるという問題、例えば図6に示した低域レベルが大きくなるという問題を解消することができる。つまり、各スピーカで再生される再生音の周波数特性をオーディオ周波数帯域全体にわたってフラットにするので、ある周波数の音が強くなって耳障りな音が聞こえてしまうような問題を解消して、極めて高品位且つ臨場感のある音場空間を実現することができる。

## 【0137】

また、図8に示したステップS10～S40の順に音場補正処理を行うことで、極めて高品位且つ臨場感のある音場空間を実現する補正を可能としている。

## 【0138】

また、受聴者が指定したターゲットカーブに合わせた音場補正を行うので、利便性の向上などを可能にする。

## 【0139】

また、周波数特性の補正とチャンネル間レベルの補正及びフラット化の際に、オーディオ信号の周波数特性に類似したピンクノイズを用いるので、実際にオーディオ再生を行う場合に合わせた精度の良い補正を可能にしている。

## 【0140】

尚、本実施形態では、5チャンネル分の広域スピーカ 6FL～6RRと低域専用のスピーカ 6WFを備える所謂5.1チャンネルのマルチチャンネルオーディオシステムの自動音場補正システムについて示したが、本発明はこれに限定されるものではない。本発明の自動音場補正システムは、本実施形態より多数のスピーカを備えるマルチチャンネルオーディオシステムにも適用可能であり、また、本実施形態より少数のスピーカを備えるオーディオシステムにも適用可能である。

## 【0141】

つまり、本発明は、1又は2以上のスピーカを備えるオーディオシステムに適用可能である。

## 【0142】

また、低域再生専用のスピーカ（サブウーハ）6WFを備えたオーディオシステムにおける音場補正について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。高域再生専用のスピーカと全帯域型スピーカを備えるオーディオシステムや、低域再生専用のスピーカと高域再生専用のスピーカと全帯域型スピーカを備えるオーディオシステムにおいても高品位且つ臨場感のある音場空間を提供することができる。

## 【0143】

また、本実施形態では、図12に示すステップS412では、上記式(10)から明らかな通り、全帯域型のスピーカ 6FL～6RRの再生音のレベルを基準にして、チャンネル間アッテネータ  $ATG_k$  の減衰率の適正化を行っている。すなわち、上記式(10)の分母を、中高域のターゲットデータ  $TGMH$  と低域専用のスピーカ 6WFの再生音のスペクトル平均のレベルに相当する変数  $PWFL$  の積とすることで、全帯域型のスピーカ 6FL～6RRの再生音のレベルを基準にしている。しかし、本発明はこれに限定されるものではなく、低域専用のスピーカ 6WFの再生

音のレベルを基準にして、チャンネル間アッテネータ A T 1 ~ A T 5 の減衰率の適正化を行ってもよい。

## 【 0 1 4 4 】

つまり、本実施形態では、フラット化補正処理部 1 4 がチャンネル間アッテネータ A T G k の減衰率を補正するが、これとは逆に、低域専用のスピーカ 6 W F の再生音のレベルを計測して、その計測結果に基づいてチャンネル間アッテネータ A T G k の減衰率を設定し、チャンネル間アッテネータ A T G k の減衰率を基準にして、チャンネル間アッテネータ A T G 1 ~ A T G 5 の減衰率を補正するようにしてもよい。

## 【 0 1 4 5 】

また、図 2 に示す各系統回路 C Q T 1 ~ C Q T k は、上記したように、バンドパスフィルタ、帯域間アッテネータ、加算器、チャンネル間アッテネータ、遅延回路の順に接続されて構成されているが、かかる構成は典型例として示したものであり、本発明はかかる構成に限定されるものではない。

## 【 0 1 4 6 】

例えば、チャンネル間アッテネータに従属接続されている遅延回路をバンドパスフィルタの入力側に配置したり、帯域間アッテネータの入力側に配置してもよい。また、チャンネル間アッテネータと遅延回路の位置を入れ替えてもよい。また、チャンネル間アッテネータと遅延回路を共にバンドパスフィルタの入力側に配置してもよい。

## 【 0 1 4 7 】

本発明がこうした構成要素の位置を適宜に替えた構成とすることが可能なのは、周波数特性の補正と位相特性の補正をそれぞれの構成要素毎に切り離して行う従来のオーディオシステムとは異なり、ノイズ発生器からのノイズ信号を音場補正システムの入力段から入力するようにし、音場補正システム全体の周波数特性と位相特性を総合的に補正するようにしたからである。この結果、本発明の音場補正システムは、オーディオシステム全体の周波数特性と位相特性を適切に補正することが可能となる他、設計の自由度を高めることも可能となっている。

## 【 0 1 4 8 】

【発明の効果】

以上説明したように本発明の音場補正方法によれば、再生周波数帯域の異なる放音手段（スピーカ）でオーディオ信号を再生した場合に、各放音手段で再生される再生音のレベルを再生周波数帯域全体にわたってフラットにすることができる。これにより、高品位且つ臨場感のある音場空間を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本実施形態の自動音場補正システムを備えるオーディオシステムの構成を示すブロック図である。

【図 2】

自動音場補正システムの構成を示すブロック図である。

【図 3】

自動音場補正システムの要部構成を示すブロック図である。

【図 4】

自動音場補正システムの要部構成を更に示すブロック図である。

【図 5】

バンドパスフィルタの周波数特性を示す図である。

【図 6】

再生音の低域における問題点を説明するための図

【図 7】

スピーカの配置例を示す図である。

【図 8】

自動音場補正システムの動作を説明するためのフローチャートである。

【図 9】

周波数特性補正処理を説明するためのフローチャートである。

【図 1 0】

チャンネル間レベル補正処理を説明するためのフローチャートである。

【図 1 1】

遅延特性補正処理を説明するためのフローチャートである。

【図 12】

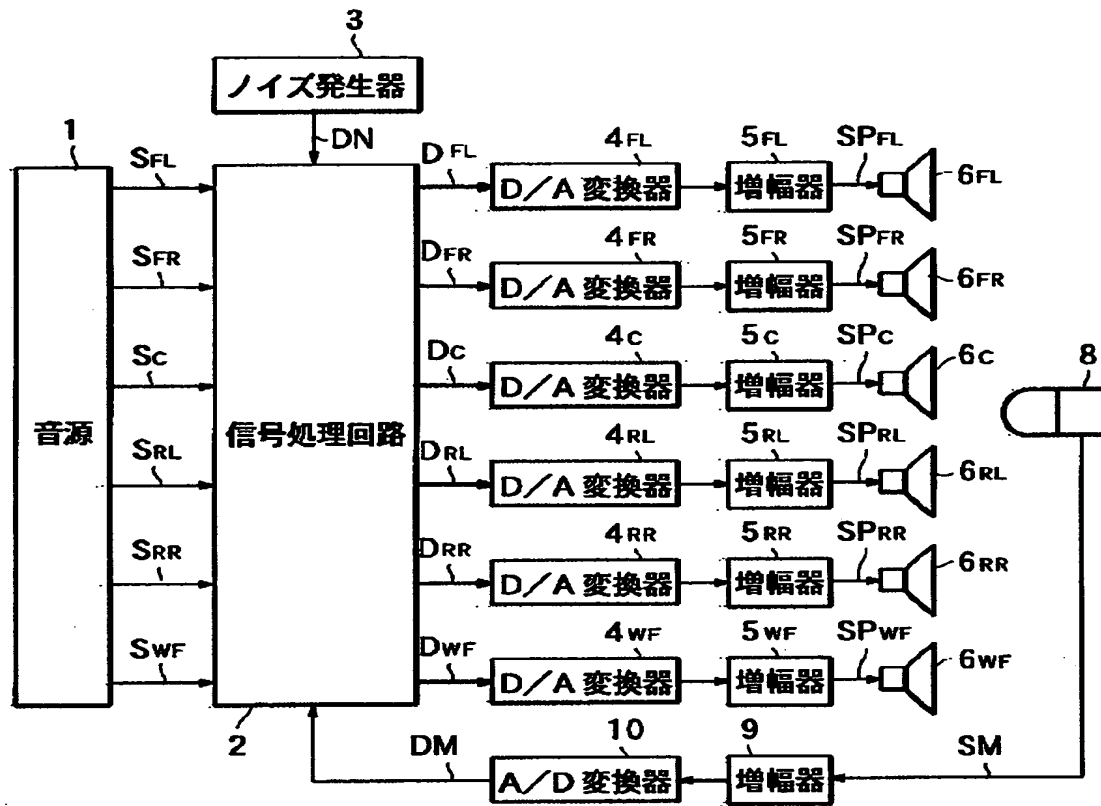
フラット化補正処理を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

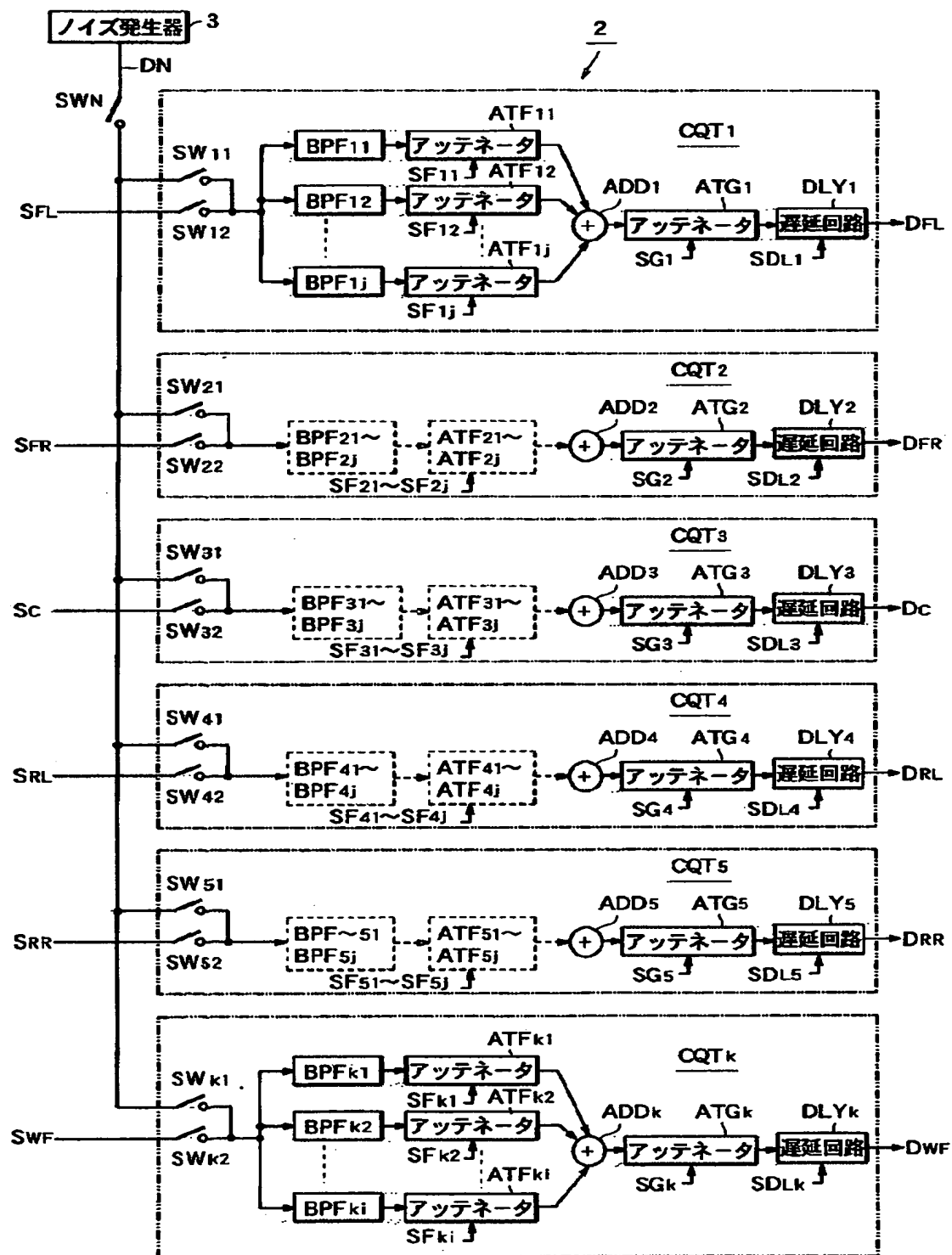
- 1 … 音源
- 2 信号処理回路
- 3 … ノイズ発生器
- 8 … マイクロホン
- 9 … 増幅器
- 10 … A/D変換器
- 11 … 周波数特性補正部
- 12 … チャンネル間レベル補正部
- 13 … 遅延特性補正部
- 14 … フラット化補正部
- 15a … 中高域処理部
- 15b … 低域処理部
- 15c … サブウーハ低域処理部
- 6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RR, 6WF … スピーカ
- CQT1 ~ CQTk … 系統回路
- BPF11 ~ BPFki … バンドパスフィルタ
- ATF11 ~ ATFki … 帯域間アッテネータ
- ADD1 ~ ADDk … 加算器
- ATG1 ~ ATGk … チャンネル間アッテネータ
- DLY1 ~ DLYk … 遅延回路
- SW11 ~ SWk2, SWN … スイッチ素子
- MPU … システムコントローラ

【書類名】 図面

【図 1】

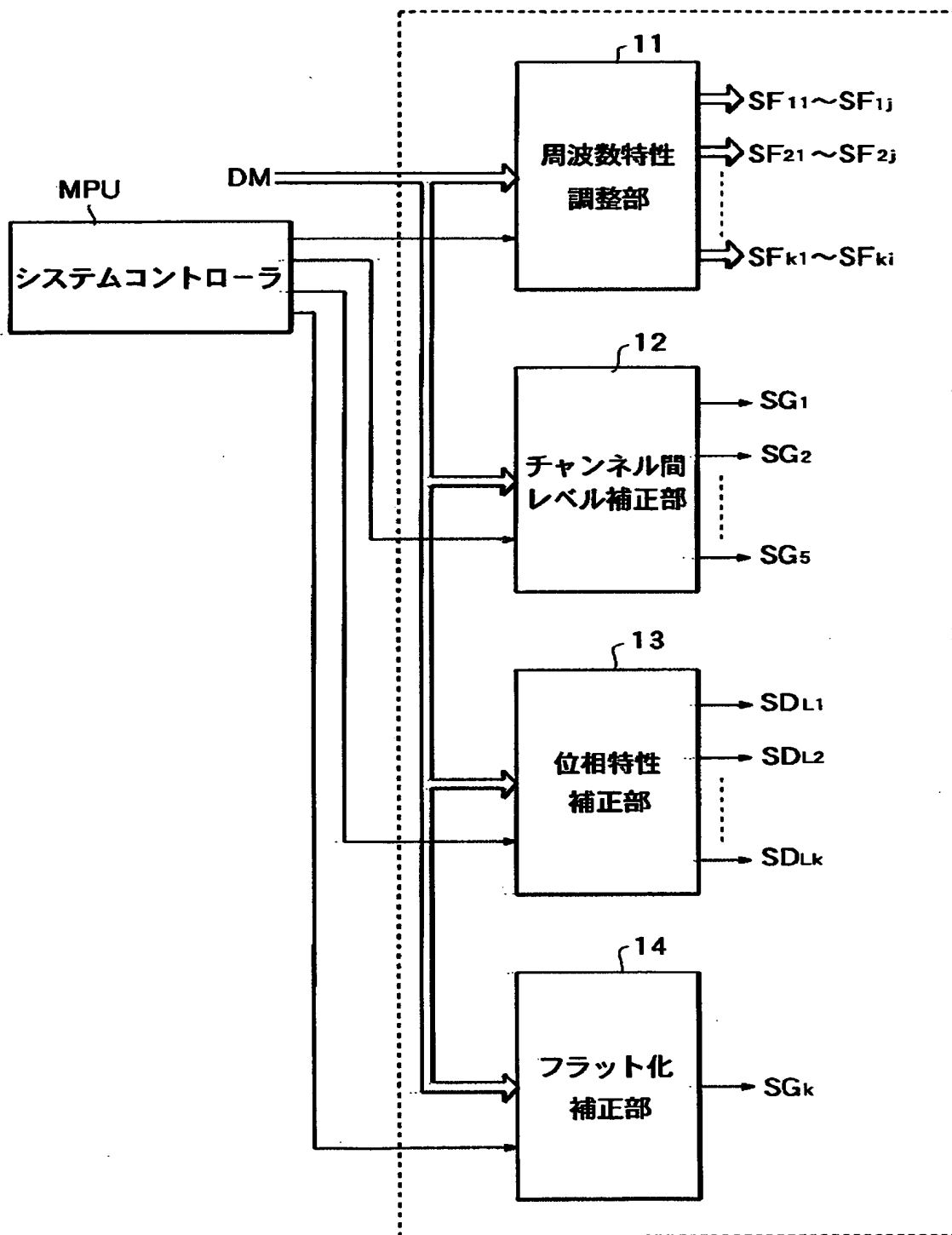


【図2】

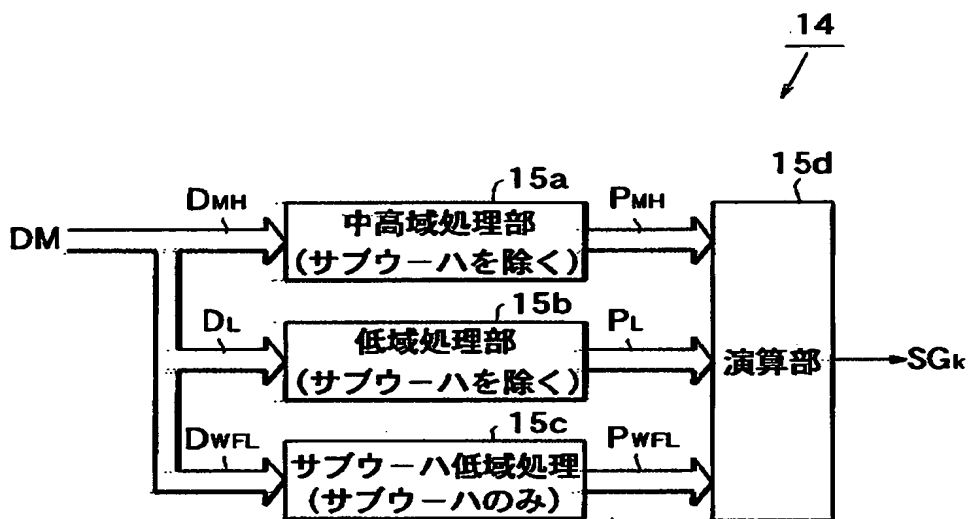




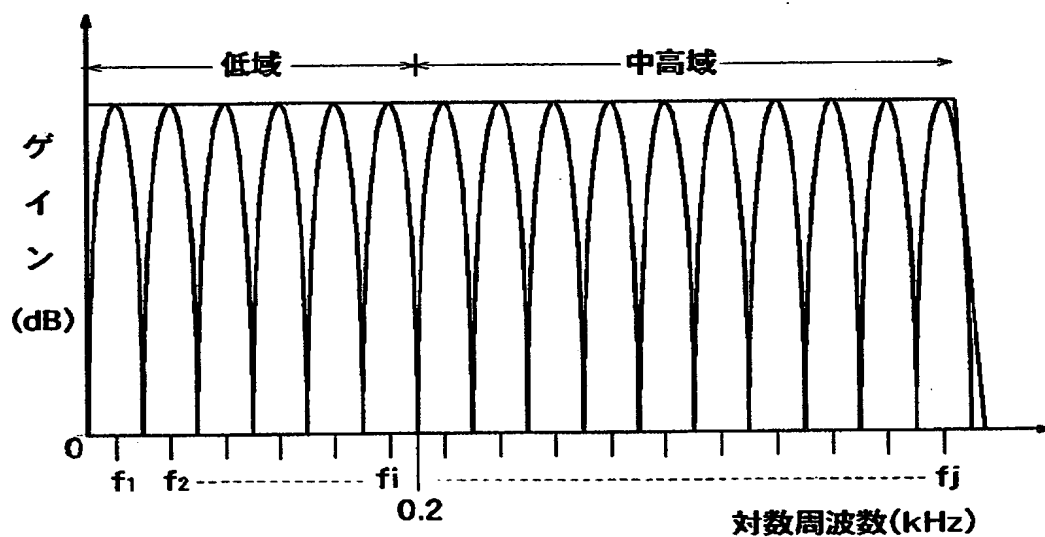
【図3】



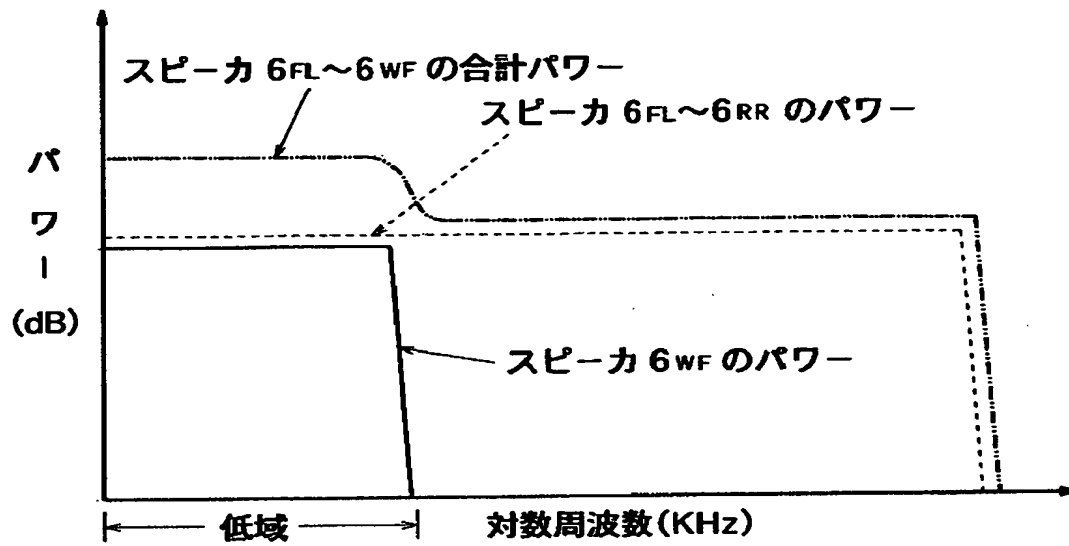
【図 4】



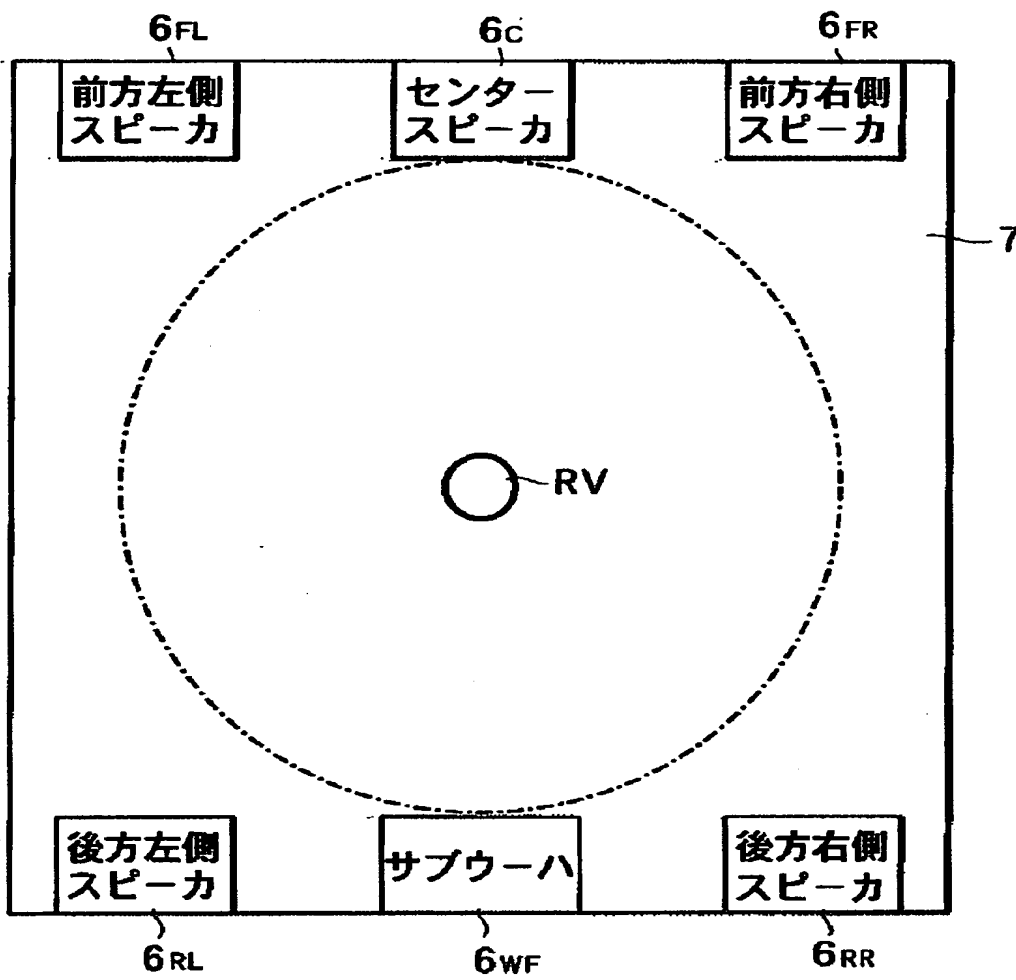
【図 5】



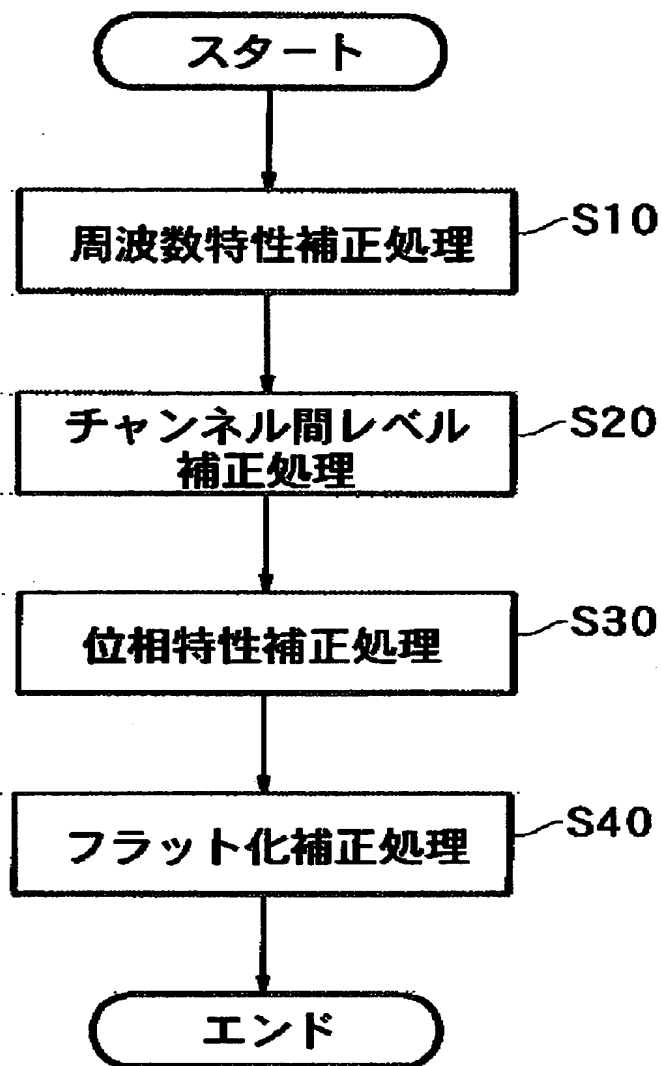
【図 6】



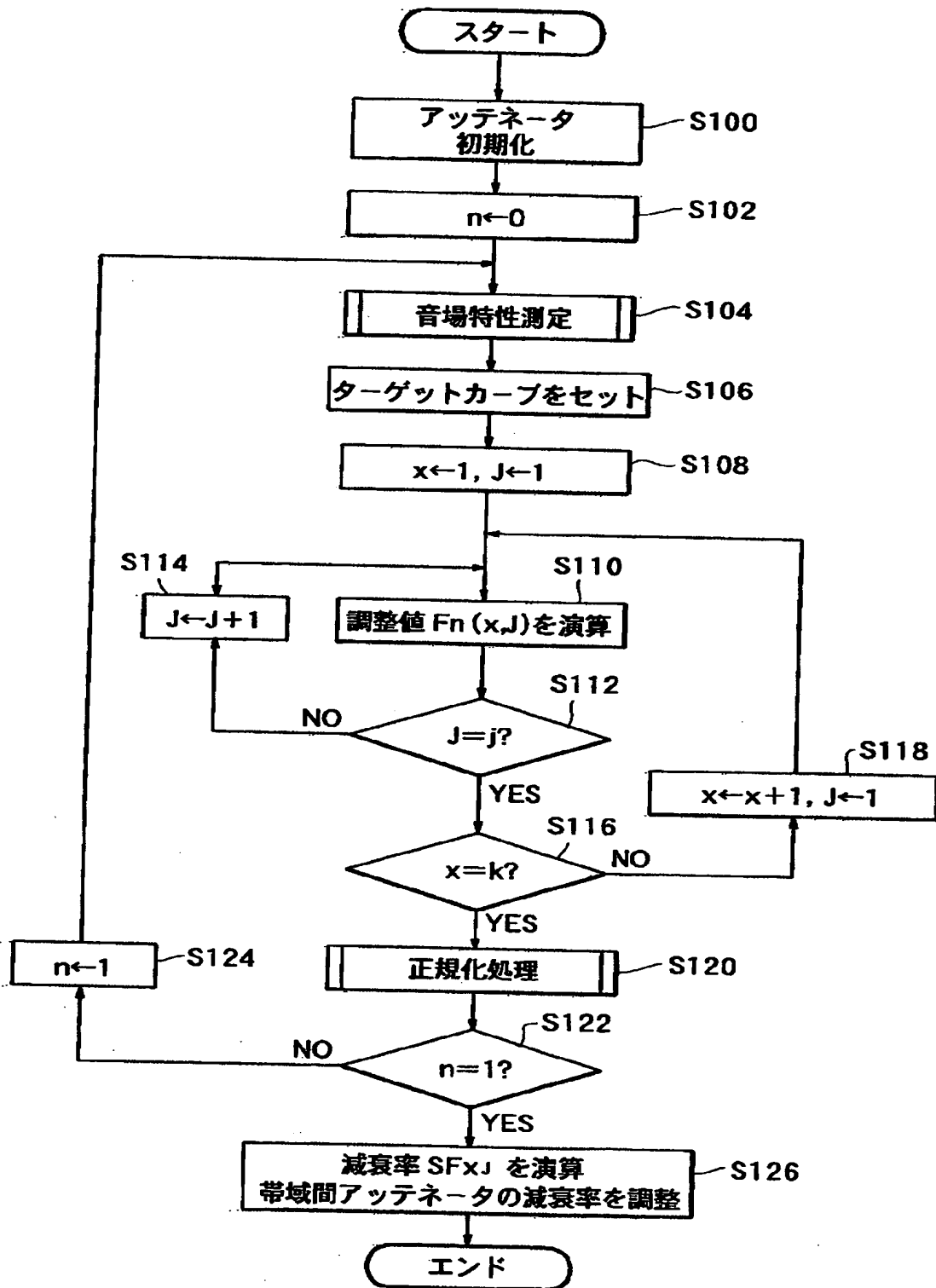
【図7】



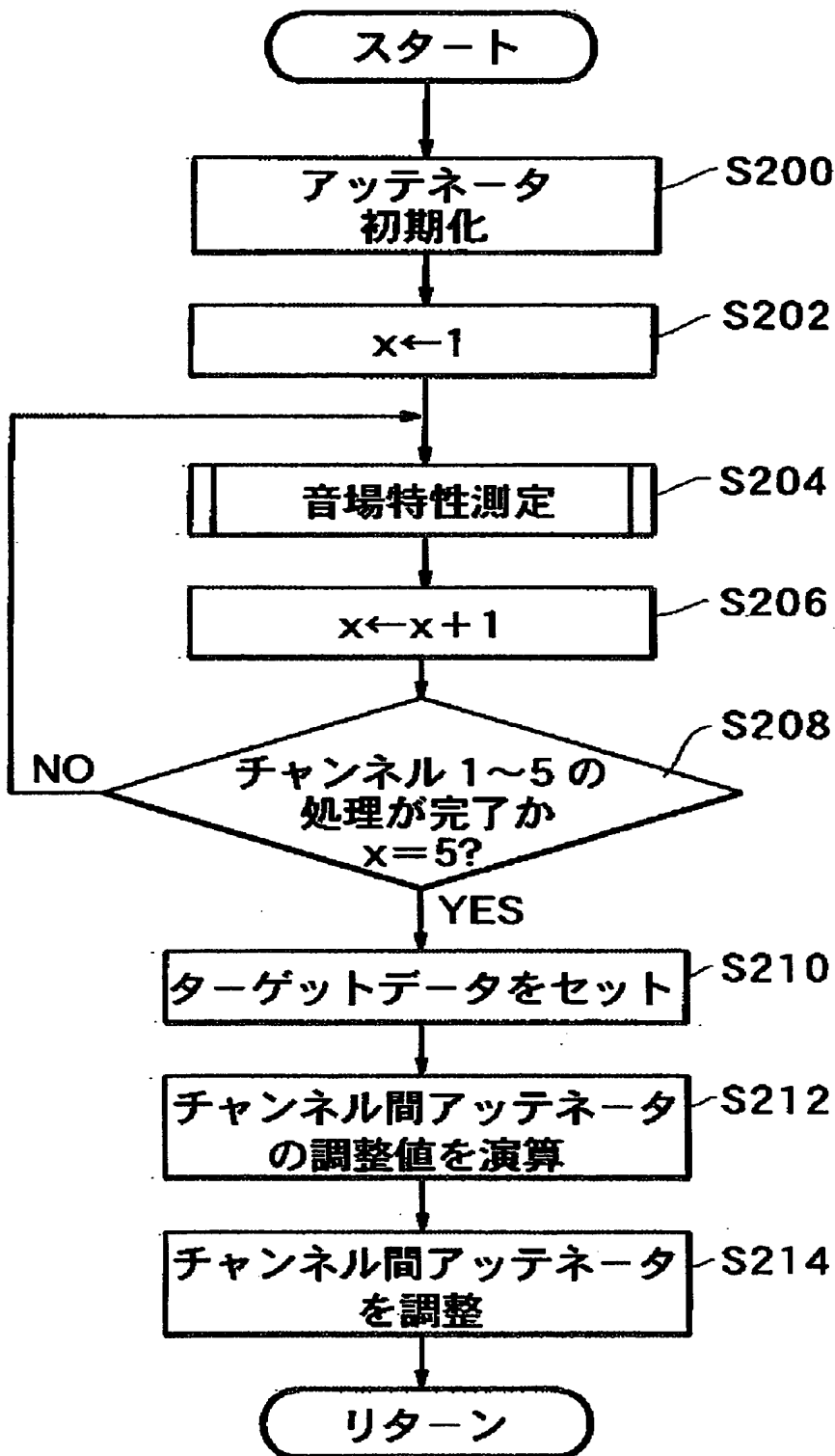
【図 8】



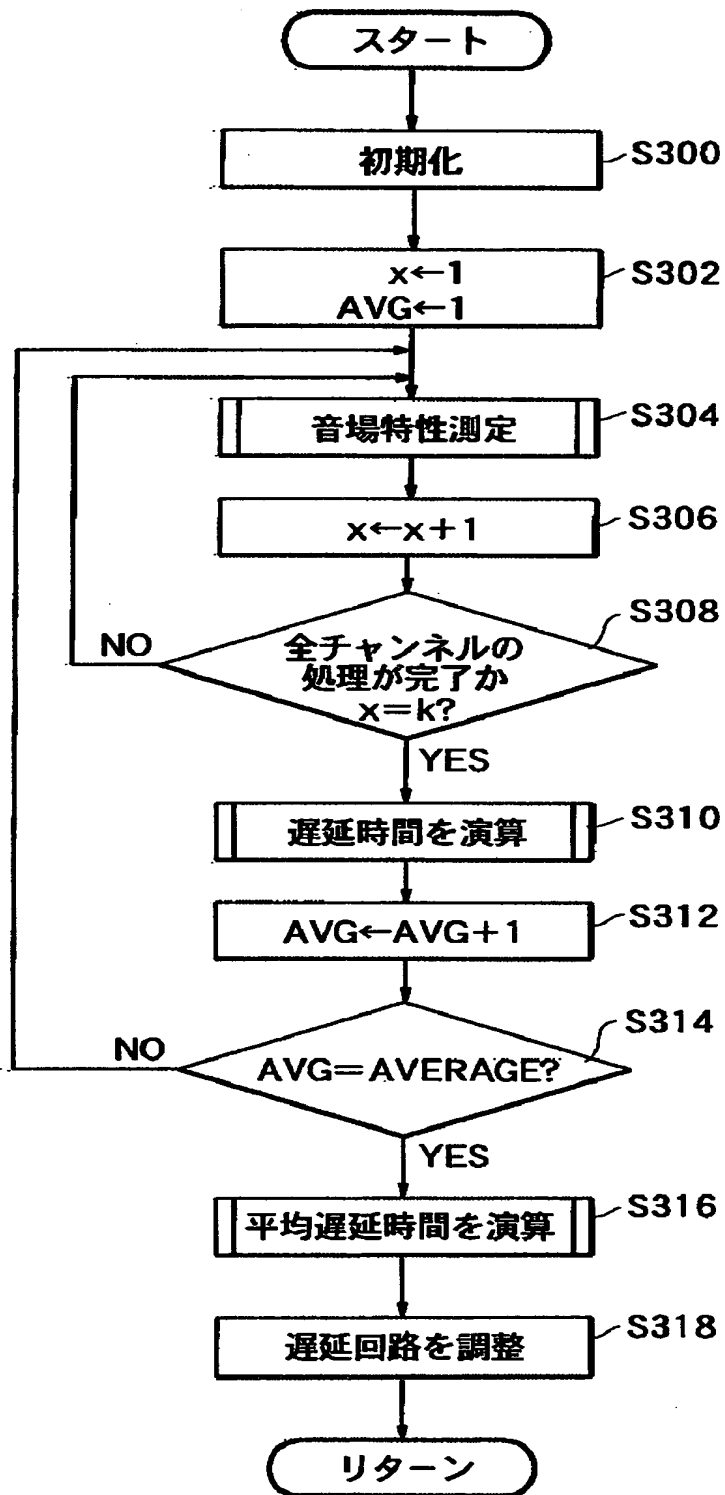
【図9】



【図10】

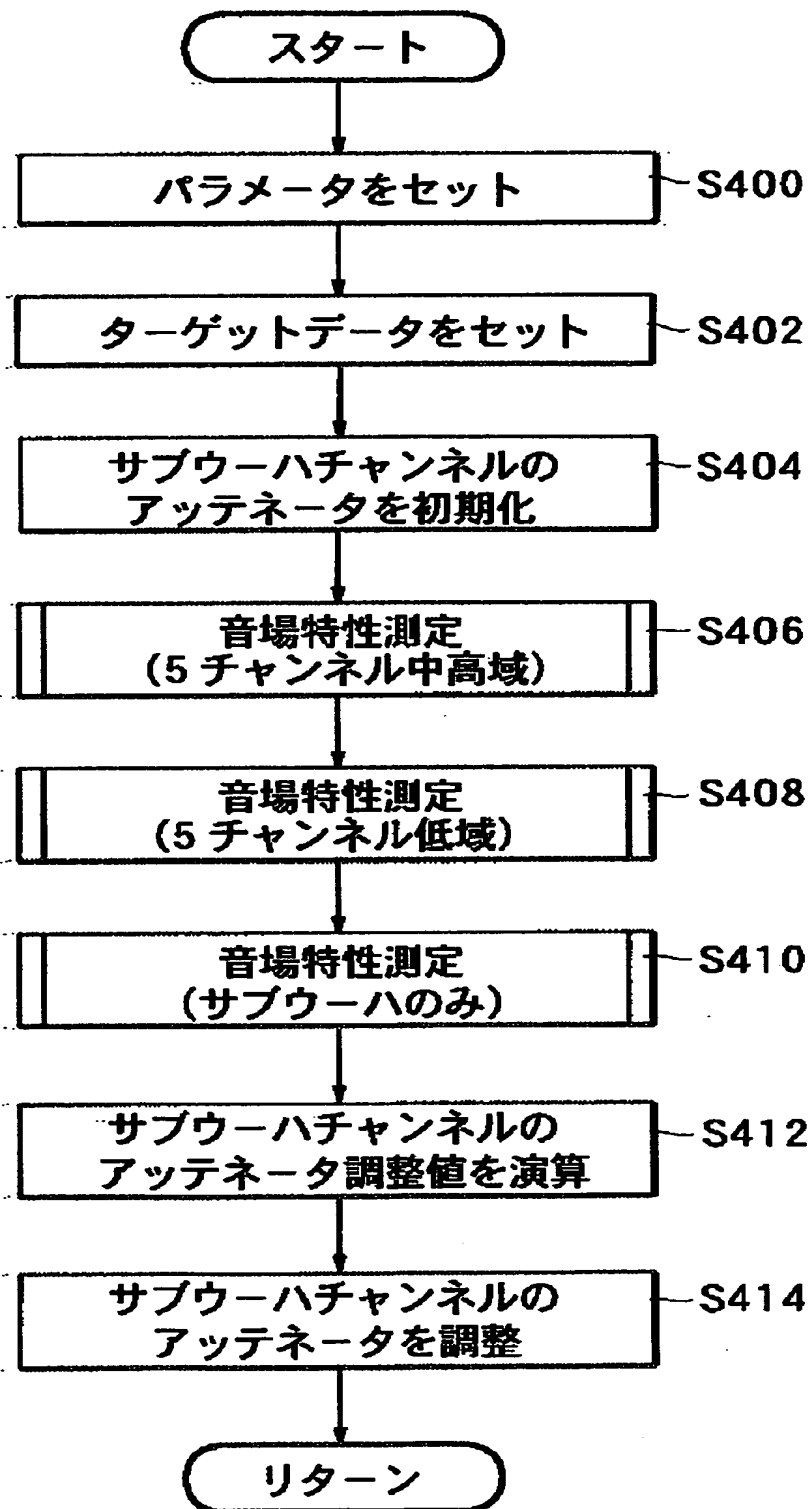


【図 11】





【図12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高品位の音場空間を実現する。

【解決手段】 音場補正の際にノイズによってスピーカ 6FL～DWFを鳴動させる。スピーカ 6FL～DWFの再生音の検出結果に基づいて、各チャンネルのバンドパスフィルタ BPF11～BPFkiの周波数に対する利得を調整する帯域間アッテネータ ATF11～ATFkiの減衰率を補正する。次に、スピーカ 6FL～6WFの再生音の検出結果に基づいて、チャンネル間アッテネータ ATG1～ATG5の減衰率を補正する。次に、スピーカ 6FL～6WFの再生音の検出結果に基づいて、遅延回路 DLY1～DLY5の遅延時間を補正する。次に、サブウーハであるスピーカ 6WFの再生音の検出結果に基づいて、チャンネル間アッテネータ ATGkの減衰率を補正することで、スピーカ 6FL～6WFで再生される再生音のレベルがオーディオ周波数帯域において一様（フラット）になるように調整する。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005016]

1. 変更年月日	1990年 8月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都目黒区目黒1丁目4番1号
氏 名	パイオニア株式会社